

# 第 17 回日本物理学会 Jr. セッション (2021)

## プログラム

日時：2021 年 3 月 13 日 (土) 9:00 ~ 12:30

方法：オンライン (ビデオ会議システム Zoom を用いたライブ配信)

発表形式：口頭発表 (一講演 20 分 (講演 12 分+質疑応答 8 分))

(A ~ L の各 Zoom 会場)

9:00 ~ 9:10 開会挨拶・注意事項等

9:10 ~ 9:30 口頭発表 1

13JA-1 兵庫県立洲本高等学校  
13JB-1 国立明石工業高等専門学校  
13JC-1 北海道札幌北高等学校  
  
13JD-1 兵庫県立加古川東高等学校  
13JE-1 私立花園高等学校 (京都)  
13JF-1 岡山県立倉敷天城高等学校  
13JG-1 熊本県立第二高等学校  
13JH-1 私立玉川学園高等部  
13JJ-1 私立早稲田大学高等学院  
13JK-1 国立名古屋大学教育学部附属高等学校  
13JL-1 兵庫県立姫路東高等学校科学部

糖を用いたハイブリッドロケット燃料の開発 ~ 安価でエコなロケットで宇宙を目指す! ~  
紙飛行機の重心位置による飛行の変化に関する研究  
ゼロハンテープを剥がすのにどのくらい時間がかかるのか  
~ゼロハンテープを引っ張る力と剥がれるまでの時間の関係について~  
円形の跳水現象の半径とその発生面の濡れ性との関係  
水中コイン落としの研究~螺旋落下運動に着目して~  
渦電流ブレーキの基礎研究 ~磁石と銅板の間隔と移動速度の関係について~  
反発係数の環境温度依存性 ~エネルギーを与えることで跳ね返りをコントロールできるのか~  
気柱共鳴の位相変化を利用した楽器の研究  
シャボン液を用いた最小ネットワーク問題  
空気の浮力を補正した重力測定 -ピルの上下で重力測定し地球半径を求めた-  
電子レンジプラズマの発生源は何か

9:30 ~ 9:50 口頭発表 2

13JA-2 山形県立米沢興譲館高等学校  
13JB-2 富山県立富山中部高等学校  
13JC-2 私立早稲田大学本庄高等学院  
13JD-2 愛媛県立西条高等学校  
13JE-2 私立本郷高等学校  
13JF-2 岡山県立津山中学校  
13JG-2 広島県立安古市高等学校  
13JH-2 北海道旭川東高等学校  
13JJ-2 福岡県立香住丘高等学校  
13JK-2 都立科学技術高等学校  
13JL-2 私立立教新座高等学校

$\mu$  粒子の寿命測定  
カルボキシメチルセルロースナトリウム (CMC-Na) 溶液中での光による銀コロイドの生成  
敵対的生成ネットワークによる配色生成における色空間の比較  
変圧器 (トランス) における電力と周波数の関係  
ミルククラウンの後に発生する水柱の研究  
紫外線の反射による影響  
立ち上る線香の煙の構造変化 part2  
クラド二図形の単純化  
流体摩擦の低減効果に関する研究 II  
翼上面の凹みと翼性能に関する研究  
ドミノの転倒波速度モデリング

9:50 ~ 10:10 口頭発表 3

13JA-3 国立神戸大学附属中等教育学校  
13JB-3 私立静岡理工科大学星陵高等学校  
13JC-3 鹿児島県立鹿児島中央高等学校  
13JD-3 福島県立福島高等学校  
13JE-3 青森県立八戸工業高等学校  
13JF-3 私立玉川学園高等部  
13JG-3 岡山県立津山高等学校  
13JH-3 東京都立小石川中等教育学校  
13JJ-3 熊本県立宇土高等学校  
13JK-3 福井県立若狭高等学校  
13JL-3 佐賀県立鳥栖高等学校

n 段のだるま落としを成功させるために必要な条件についての研究  
ペーパーヘルメットの衝撃エネルギー吸収量に及ぼすハニカムの形状と湿度の影響  
振り子磁石と鉄球のカオス的な運動について  
バイオミメティクスによる流体制御の研究 II  
電波による昼間流星群の観測  
テニスコートのサーフェイスの変化によるボールのバウンド後の変化  
液状化現象における粒子の挙動  
同調液体ダンパーを用いた地震による揺れの抑制の研究  
半球プリズムに映る像の謎を解明! ~濃度測定の実用化・未知像の解明に成功~  
火成岩に含まれる放射線量の測定と考察  
圧電素子を用いた効率の良い発電方法を探る

10:10 ~ 10:20 休憩

10:20 ~ 10:40 口頭発表 4

13JA-4 私立順天高等学校  
13JB-4 兵庫県立加古川東高等学校  
13JC-4 青森県立八戸高等学校  
13JD-4 北海道札幌西高等学校  
13JE-4 山梨県立甲府南高等学校  
13JF-4 東京都立科学技術高等学校  
13JG-4 国立名古屋大学教育学部附属中学校  
13JH-4 私立本郷高等学校  
13JJ-4 北海道札幌北高等学校  
13JK-4 私立玉川学園高等部  
13JL-4 岡山県立倉敷天城高等学校

月の偏光  
複数の垂直軸型風車の配置の違いによる単位面積当たりの発電性能の変化について  
筒内を這い上がる砂のメカニズム  
人工装置から見たダウンバースト-ガストネード発生仕組み  
雪の結晶の生成に関する研究とその応用  
空のスベクトルと黄砂・季節の関係及び実験の簡易化  
NGC2024 分子雲の電波観測による星形成の調査  
リニアモーターカーにおける磁束密度と最も良い電流効率の関係  
空気砲は渦輪だけじゃない? ~空気砲のコアの速度と加える力との関係について探る~  
レール上を転がる球の摩擦力の研究  
地盤の強さを測定する新しい手法の提案

10:40 ~ 11:00 口頭発表 5

13JA-5	石川県立小松高等学校	ベナール対流の発生条件と流動速度の関係
13JB-5	福島県立福島高等学校	磁気浮上実現に向けた磁場の可視化の研究
13JC-5	京都府立洛北高等学校	土壌中の水分量と地震の振動数の違いによる液状化現象の様子の変化
13JD-5	私立早稲田大学本庄高等学校	Pepper と赤外線アレイモジュールを用いた体温測定システムの構築と評価
13JE-5	大阪府立春日丘高等学校校定時制の課程科学部 <sup>A</sup> , 大阪府立大手前高等学校校定時制の課程科学部 <sup>B</sup> , 大阪府立今宮工科高等学校校定時制の課程科学部 <sup>C</sup>	微小重力を用いた永久磁石による固体粒子の分離と非破壊同定 第2報 ～「固体版クロマトグラフィー」をめざして～
13JF-5	岡山県立津山中学校	非電解質+電解質の水溶液と電流値の関係
13JG-5	私立玉川学園高等部	波力発電の高効率化の研究
13JH-5	熊本県立第二高等学校	途上国のための水の殺菌装置の開発～太陽光による煮沸殺菌～
13JJ-5	兵庫県立西脇高等学校	ウイルス対策のマスクの機能性について
13JK-5	国立神戸大学附属中等教育学校	安息角の決定要因について - 静止摩擦力と粒径から -
13JL-5	富山県立富山中部高等学校	さまざまな種類と形状の金属の比熱をアルミのラミネート袋を用いて測定する方法

11:00 ~ 11:20 口頭発表 6

13JA-6	北海道札幌北高等学校	気柱共鳴とヘルムホルツ共鳴の混在状態における管内の音圧の分布の測定
13JB-6	私立本郷高等学校	クラドニ図形と固有振動について
13JC-6	国立兵庫教育大学附属中学校	地球から見た月の動きについて ～1時間あたりにすむ方位と角度～
13JD-6	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	粘性流体が巻くところのメカニズムの研究
13JE-6	福井県立若狭高等学校	高解像度投影を目指したミストスクリーンの改善と開発
13JF-6	兵庫県立加古川東高等学校	安定して走行できる自転車構造の研究
13JG-6	私立玉川学園高等部	光ピンセット装置の開発
13JH-6	岡山県立倉敷天城高等学校	大気雰囲気、大気圧中の誘電体バリア放電で発生したプラズマの発光パターン特性 2
13JJ-6	茨城県立日立北高等学校	泳ぐ人工イクラに対するアルコールの影響
13JK-6	愛媛県立新居浜南高等学校	スリットドラムの音響原理 有限要素法と梁理論を基に
13JL-6	岡山県立津山高等学校	スティックスリップ現象における理論周期の導出と検証

11:20 ~ 11:30 休憩

11:30 ~ 11:50 口頭発表 7

13JA-7	北海道札幌西高等学校	マイスナー効果を強くするにはどうするべきか
13JB-7	西宮市立西宮高等学校	合成音声素材の自動取得と接続の定量評価
13JC-7	秋田県立秋田高等学校	宇宙線と気象の関係
13JD-7	北海道札幌北高等学校	水流による渦の発生とバックウォーター現象の再現 ～流しそうめん機を使った水位上昇の研究～
13JE-7	長崎県立大村高等学校	落ち葉に宇宙の神秘を見る
13JF-7	神奈川県立横須賀高等学校	テレポーテーション（人間転送）の可能性の研究
13JG-7	私立玉川学園高等部	ポッパー型ルアーのアクションに関する研究
13JH-7	鳥取県立米子東高等学校	転がり抵抗係数と球の歪み具合との比較
13JJ-7	山梨県立甲府南高等学校	効率の良い電波発電装置の開発
13JK-7	私立大谷中学校・高等学校	水中の浮力についての分子論的考察
13JL-7	熊本県立第二高等学校	金属線の自由端補正について

11:50 ~ 12:10 口頭発表 8

13JA-8	愛媛県立西条高等学校	マグネチックスターラーが作る渦の研究
13JB-8	富山県立富山中部高等学校	カルボキシラートイオン (-COO <sup>-</sup> ) を有する媒晶剤による NaCl 結晶の {100} 面の変化
13JC-8	私立本郷中学校	コップから流れる水の形 第4報
13JD-8	鳥取県立鳥取西高等学校	単色レーザー光とレーザー強度計を用いた薄膜厚測定器の開発
13JE-8	岡山県立津山高等学校	斜面上を流れる粘性流体の運動分析
13JF-8	兵庫県立加古川東高等学校	物体間における影の伸縮のメカニズム解明 (第2報)
13JG-8	北海道札幌北高等学校	木工用ボンドと速乾木工用ボンドにおける乾き方の違いについて
13JH-8	岡山県立倉敷天城高等学校	過冷却と冷却速度の関係
13JJ-8	奈良県立青翔高等学校	ドミノで解決！将棋例し
13JK-8	私立玉川学園高等部	川魚の住みやすい流れの速さ
13JL-8	愛媛県立松山南高等学校 <sup>A</sup> , 愛媛大学グローバルサイエンスキャンパス <sup>B</sup>	レーザー光の干渉を用いた布の物理的性質の比較

12:10 ~ 12:30 口頭発表 9

13JA-9	私立立命館高等学校	不純物を含む氷の形成及び融解メカニズムに関する研究 -NaCl 水溶液を例として -
13JB-9	北海道札幌西高等学校	ついに解明！カカオマスがカカオバターより電子レンジでよく温まる原因
13JC-9	熊本県立第二高等学校	低周波音の地中伝搬の研究 ～ゾウはどのように会話しているか～
13JD-9	兵庫県立加古川東高等学校	水面上の物体間にはたらく吸引
13JE-9	北海道札幌北高等学校	水中でガラスははさみで切れるのか～水温、水圧とガラス破壊の様子の関係～
13JF-9	岡山県立津山中学校	クラドニ図形に障害物を置いた時の規則性
13JG-9	北海道旭川西高等学校	脱！渋滞！～セルオートマトンを活用した校内における渋滞現象の解析～
13JH-9	岡山県立倉敷天城高等学校	揺れて発電！～新しいエナジーハーベスティング～
13JJ-9	私立玉川学園高等部	異なる材質からなる衝突球の特異な現象の研究
13JK-9	石川県立七尾高等学校	コイル周辺の条件が電磁誘導に与える影響

## 9:10 ~ 9:30 口頭発表 1

### 13JA-1 糖を用いたハイブリッドロケット燃料の開発 ~安価でエコなロケットで宇宙を目指す！~

兵庫県立洲本高等学校 代表研究者：前田健翔

共同研究者：赤穂幸哉, 雨松周哉, 太田案人, 澤田碧威, 菅沼優一, 高鍋祥次, 登開生, 平野永都, 藤江利宇, 前川純輝, 森誠修, 山中啓生

小説「ロケットボーイズ」を主な先行研究として、食品に含まれる糖を利用しハイブリッドロケットエンジンの燃料の開発に取り組んだ。研究機関で用いられるような本格的な装置を使うことはできないので、ホームセンターで手に入るパーツを利用し実験装置の作成から取り組んだ。燃料についても塩ビパイプを利用し、自作した。燃焼試験を行いながら燃料の構造についても改良を加えて、安定したデータが取れるよう工夫していった。燃料の材料はブドウ糖（単糖類）、ショ糖（二糖類）、デンプン（多糖類）を用い、粉末を水に溶いて練り固めることで整形した。燃焼熱の大きさから多糖類、二糖類、単糖類の順に燃焼圧力が大きくなると仮定し、実験に取り組んだ。その結果、総推力については、仮説通りデンプンの値が大きかったことが確認された。しかし、ロケットの燃費を表す指標の比推力についてはショ糖がデンプンより性能がよいという結果になった。また、ハイブリッドロケットによく用いられる ABS 樹脂、PLA 樹脂を燃料に用いた場合と比較したところ総推力ではショ糖を用いたエンジンが勝るものの、比推力では大きく劣ることがわかった。しかし、コスト面に着目するとショ糖やデンプンを用いた燃料は ABS 樹脂より 2 倍の利点があることがわかった。今後は開発した自作エンジンで飛行実験を行うとともに、食品廃棄物などから糖を抽出することにより安価でエコなロケットエンジンの実用性をさらに探ってきたいと考えている。

### 13JB-1 紙飛行機の重心位置による飛行の変化に関する研究

国立明石工業高等専門学校 代表研究者：北光一

共同研究者：山本一樹

本研究では、紙飛行機における重心位置の変化による飛行特性の変化を考察した。また、各翼（主翼・水平尾翼・垂直尾翼）の働きについても確認した。考察方法としては、紙飛行機のモデルを 3 種類用意した。翼の有無による飛行や、重心位置を変化させた時の飛行の様子をカメラで撮影し、飛行状態を解析した。そして飛行を安定させることを目的に、クリップで重心位置を調整する方法についても研究した。実際の航空機は飛行中に舵を動かすことにより安定飛行を実現させることができるが、紙飛行機では重心位置の調整を飛行開始後に行うことができない。そのため、クリップを用いることで調整する方法を試みた。

### 13JC-1 セロハンテープを剥がすにはどのくらい時間がかかるのか

~セロハンテープを引っ張る力と剥がれるまでの時間の関係について~

北海道札幌北高等学校 代表研究者：小川結緒

共同研究者：佐々木順平, 阿部翼, 谷村宇海

我々は「セロハンテープをいかに綺麗に剥がすことができるか?」ということについて研究している。この実験を行なうためにはセロハンテープのはがれ方についての基本的な知識が必要だと考え、セロハンテープを引っ張る力とはがれるまでの時間の関係について調べた。その結果、セロハンテープが剥がれるまでにかかる時間は引っ張る力が大きくなるにつれて一定の傾きで減少すること、セロハンテープはほぼ一定の速度で剥がれるということが分かった。

### 13JD-1 円形の跳水現象の半径とその発生面の濡れ性との関係

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：安樂水綾

共同研究者：高比良拓, 阿野優吾, 柴田涼佑

蛇口から水を流すと、シンクに円形の跳水現象が生ずる。以下、この円形の跳水現象を「円形跳水」、円形跳水が発生する面を「円形跳水発生面」と呼称する。我々は予備実験の結果から円形跳水の半径が円形跳水発生面の濡れ性と関連しているのではないかと仮説を立て、実験 1 においてこれを検証した。円形跳水発生面の接触角と円形跳水の半径との相関係数は  $-0.595$  となり、負の相関がみられたことから、この仮説は一定程度の信頼がおけると考えている。実験 2 では金属表面に微量の液滴が付着することにより金属の接触角は小さくなることから、実験前後で金属の接触角が異なるかを検証した。結果、アルミニウム以外では大きな差が見られず、実験 1 の結果に及ぼす影響は少ないと結論づけた。実験 3 では、円形跳水の半径を、水温を変化させることにより確かめようと試みた。しかし、変化はほとんどみられなかった。加工の劣化などによる影響が無視できない可能性があり、今後別の素材を用いた実験が必要であると考えている。

### 13JE-1 水中コイン落としの研究~螺旋落下運動に着目して~

私立花園高等学校(京都) 代表研究者：石井秀之介

共同研究者：門美早紀

緑日の催しで「水中コイン落とし」というものがある。水槽の水面近くからコインを手から離し、底にある入れ物に見事コインが入れば景品などがもらえるというものである。ちょうど狙ったところに落とすのは難しく、成功確率を上げるような良い方法を提示するべく本研究を考案した。そこで観察途中に偶然発見したコインの螺旋落下運動に着目してその運動を物理的に解明すれば、狙い通りのところに落とすことができるのではないかと考えて実験を行った。コインを入れたとき鉛直に加速するが、ただちに水の抵抗力が増加して鉛直方向の平均を調べた。結果として、間隔が広がるにつれて終端速度が上昇することが確認できた。しかし実験 1 で示された電磁ブレーキに最適な間隔の検証は未だなされていない。さらに試行回数を増やして解析を行うことで電磁ブレーキが効率よくはたらく最適な間隔を発見することが期待できる。

### 13JF-1 渦電流ブレーキの基礎研究 ~磁石と銅板の間隔と移動速度の関係について~

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：岡本和夏

共同研究者：大熊愛菜, 三宅葵

本研究では、電磁ブレーキが最も効率よくはたらく間隔について研究した。電磁ブレーキとは、電磁誘導で発生した電磁力によりいろいろな運動を保持したり減速したりできるものである。研究方法は、糸の先につけた磁石を二枚の銅板の間に通し、消車を使って反対側から引き上げた。磁石と銅板の間隔 (0.5 mm, 1.0 mm, 2.0 mm, 2.5 mm, 3.0 mm, 4.0 mm, 5.0 mm) を変えて、磁石が上昇する時間を計測した。実験 1 で、磁石と銅板の間隔が 0.5 mm よりも 2.0 mm のほうが磁石が上昇する速度が遅いという結果になった。これより、電磁ブレーキが最も効率よくはたらくためには、間隔が狭いほど良いわけではなく、最適な間隔が存在するという仮説を立てた。実験 2 では、同じ方法で実験を行い、動画解析ソフトを使って終端速度の平均を調べた。結果として、間隔が広がるにつれて終端速度が上昇することが確認できた。しかし実験 1 で示された電磁ブレーキに最適な間隔の検証は未だなされていない。さらに試行回数を増やして解析を行うことで電磁ブレーキが効率よくはたらく最適な間隔を発見することが期待できる。

### 13JG-1 反発係数の環境温度依存性 ~エネルギーを与えることで跳ね返りをコントロールできるのか~

熊本県立第二高等学校 代表研究者：米田幸司

共同研究者：荒木優介, 多田雅哉, 山口柊哉

本研究では、自作の実験器具と音声ソフトを用いて、様々な温度や状況（以下からは環境温度と称す）における依存性（環境温度依存性）での反発係数を測定し、反発係数の環境温度依存性について考察を行った。反発係数は熱エネルギーの損失によって変化することが、先行研究よりわかったので、この性質を利用して衝突物や周りの温度を変化させ実験を行った。その実験結果より加熱対象や温度の違いによって変化の仕方に違いがあった。また物体の温度と反発係数の変化に規則性がある可能性が見出された。

### 13JH-1 気柱共鳴の位相変化を利用した楽器の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：歌川喜夫

共同研究者：青山士連

本研究では、気柱共鳴を利用し音源の音を任意の方向に飛ばす楽器の製作を目指した。二年前、コンデンサーマイクの出力は空気の動きから 1/4 周期ずれているという結果を得、それを利用して、昨年気柱共鳴においての音量変化は増加のみではなく減少する理由を研究した。その際、共鳴したときの音量が音源の音量よりも大きくなっていることに気が付いた。そこで今年度は、気柱の音量がどこでどのように増加するかを研究することにした。まず、昨年度の研究において気柱共鳴で音量が増加するのは気柱が原因であるということが分かっていたが、一度確かめることにした。一定の場所の音量が気柱の有無に伴いどのように変化するかを、音源や気柱の周りを 360° 測定し調べた。その結果、音源から距離があっても気柱の周りならば音量が増加することが分かった。つまり、共鳴した時の気柱はもう一つの音源といえる。またスピーカーが音を出す方向の音を気柱が打ち消し、それとは反対の方向に音量を増加させる現象が起きることが分かった。その動きはまるでアンテナのようであり、これを利用することで音源の出す音を意図した方向に飛ばすことが出来るのではと考えた。次にその現象を実験において確かめ理論化した。音源から 20 cm 離れたところにマイクとマイクの入った気柱を設置し、二つのマイクの位相差を測定した。これにより、気柱の長さを変えることでアンテナの仕組みを再現し、任意の方向に音源の音を増加させ飛ばすことができた。この仕組みを利用することで、音叉を使った楽器作りに挑戦した。

### 13JJ-1 シャボン液を用いた最小ネットワーク問題

私立早稲田大学高等学院 代表研究者：武内秀太

与えられた点に対して全ての点を結ぶ最小ネットワークを数学的に推測することは非常に難しい。しかし、シャボン膜は自然にそれを作る。本レポートはシャボン液によるネットワークと最小ネットワークの類似点と相違点についての研究を報告する。本研究ではノードを磁石にした実験装置も用いることにより、ノードの位置や数を自由にしながら実験を行うことを可能にした。そしてノード数  $n$  が5以下の時、シャボン液によるネットワークのノード数と分岐点数の関係や分岐点から出る線分のなす角、分岐点のできる条件が最小ネットワークの特徴と一致することが分かった。しかし、 $n \geq 6$  の時に最小ネットワークにならないシャボン液ネットワークが発見された。この原因を究明するために、ノードを動かしネットワークを変化させる実験を行った。すると一度ノードに分岐点を結合させ、再び分離する条件に戻したとき、単純な  $n=3$  でも最小ネットワークと一致しないものを作ることが可能であることが分かった。そしてノードの数を増やすと、先に形成された部分的な最小ネットワーク同士が結合する時にノードから分岐点が生じないがために最小ネットワークを作らないことがあると結論付けた。

### 13JK-1 空気の浮力を補正した重力測定 - ビルの上下で重力測定し地球半径を求めた -

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表研究者：足立舞

共同研究者：山村直樹, 瀧太志, 荒武実央

もし地球が平らと仮定すると「ガウスの法則」によれば、重力は高さによらず一定となるようだ。そこで、我々は高さの異なるビルの上階や、トンネル内での錘の重さを測り、地表に比べて重力が減少したので、地球が球であることを確認した。そしてガウスの法則を用いて地球半径を求めたが、実際の半径より大きな値が得られた。その原因を検討した結果、ビルの質量による引力や、空気の浮力の効果が無視できないことが分かった。そこで、まずビルからの引力を減らす工夫をした。ビルの外に設置された非常階段で測定した。鉄板製の非常階段は、ビル内の鉄筋コンクリート床に比べて質量が小さいので、ビルからの引力を減らすことができると考えた。また、地下での測定にも挑戦した。21 m 地下の地下鉄駅のホームで測定し、重力が減少を確認したが、深さが少ない上に、頭上の地下鉄駅の構造が不明のため、上方向への引力の正確な計算ができなかった。そこで、80 m の山を貫くトンネル内で測定した。これは地下 80 m での測定に相当する。頭上の山の密度は一定と期待でき、計算が容易になる。山の地質（頁岩）から、上方向の引力を計算したところ、測定値に近い値が得られた。しかし、まだもとの値にズレが生じたため錘をアルミ製から密度の大きい真鍮製に変え、浮力の効果を減らした。さらに重力測定と同時に大気圧と温度を測定して、気体の状態方程式から空気の密度を求め、浮力を補正した。その結果、文献値に近い地球半径が得られた。地下での測定にも挑戦した。21 m 地下の地下鉄駅のホームで測定し、重力が減少を確認したが、深さが少ない上に、頭上の地下鉄駅の構造が不明のため、上方向への引力の正確な計算ができなかった。そこで、80 m の山を貫くトンネル内で測定した。これは地下 80 m での測定に相当する。頭上の山の密度は一定と期待でき、計算が容易になる。山の地質（頁岩）から、上方向の引力を計算したところ、測定値に近い値が得られた。

### 13JL-1 電子レンジプラズマの発生源は何か

兵庫県立姫路東高等学校科学部 代表研究者：安原倭

共同研究者：赤瀬彩香, 高瀬健斗, 岩本澤治, 奥見啓史, 内藤麻結, 藤本大夢, 山本夏希

電子レンジ内で、陶器の箸置きの上に置いたシャープペンシルの芯を 500W で加熱すると、ナトリウムの強い輝線を示すプラズマが発生する。シャープペンシルの芯以外でも、縫い針や銅線などの導体であれば、同様にナトリウムのプラズマが発生する。

当初は導体がプラズマを発生していると考えていたが、導体の成分が異なってもナトリウムのプラズマが発生することから、支持台がプラズマを発生しているのではないかと発想を変えた。支持台を陶器から耐熱ガラスに変えてみると、導体の成分に関わらずプラズマは発生しなかった。

電子レンジプラズマは、導体がアンテナとなって、支持台として用いた陶器の成分のうち、第 1 イオン化エネルギーが最も小さいナトリウムがプラズマになった可能性が高い。H.Khattak ら [1] は、プラズマの発生に水が必要だと指摘しているが、プラズマの発生に水は必要ない。

1 H.Khattak, P.Bianucci and A.Slepov, Linking plasma formation in grapes to microwave resonances of aqueous dimmers, PNAS, 2019, 116, 10, p4000-4005.

## 9:30 ~ 9:50 口頭発表 2

### 13JA-2 $\mu$ 粒子の寿命測定

山形県立米沢興譲館高等学校 代表研究者：高梨美佳

共同研究者：高橋夢玖, 宮原杏奈

本研究の目的は  $\mu$  粒子の寿命を測定することである。実験では、4 つのシンチレーション検出器を鉛直方向に並べて  $\mu$  粒子の測定を行った。その後 python を用いた解析で寿命を導出した。結果は 10 日間測定したところ総イベント数は 13,545,988 となり、得られた寿命は  $\tau = 0.965 \pm 0.041 [\mu s]$  であった。先行研究と本研究の寿命の差は誤差の範囲に収まらなかった。先行研究と本研究では研究規模が異なっているため、私たちが前研究で用いた同程度の規模であるアメリカの New Trier High School のデータと比較した。これはデータ数が私たちのものと近い、検出器を 4 枚使用している、高校生が主体となって研究しているという共通点があるため選んだ。そこで 10 日間測定されたデータから導出された寿命もまた先行研究の誤差の範囲には収まらなかった。New Trier High School と先行研究の誤差は  $\mu$  粒子の物質中での振る舞いによるものだと考えられる。本研究と New Trier High School の誤差はデータ数の不足とプログラムの問題と負ミューオンによるものだと考えられる。以上より、 $\mu$  粒子の振る舞い方や実験方法、解析方法などが原因で  $\mu$  粒子の寿命は先行研究と差があることがわかった。

### 13JB-2 カルボキシメチルセルロースナトリウム (CMC-Na) 溶液中での光による銀コロイドの生成

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：横山愛子

共同研究者：森山和

NaCl 結晶の形を正八面体に変化させる実験で、カルボキシメチルセルロースナトリウム (CMC-Na) を媒晶剤に用いた。この研究中に、CMC-Na 水溶液に  $AgNO_3$  水溶液を加えると、溶液は赤褐色に呈色して徐々に濃くなった。これは蛍光灯の光によって  $Ag^+$  が還元され、銀ナノコロイドが生成したからだと考え、詳しく調べた。0.002mol/L  $AgNO_3$  を含む CMC-Na 1.2 ~ 1.3g/L 水溶液 (高濃度) に日光を当てると、数分で透明度の高い褐色に変化した溶液は時間経過とともに色が濃くなったが、0.13g/L ~ 0.53 g/L (低濃度) の水溶液では照射時間が長くて色は濃くならず濁ったので、CMC-Na は銀コロイドを安定化すると考えた。そこで、銀イオン濃度は変えず、CMC-Na 濃度 1.3g/L の水溶液に、白熱電球、白・赤・橙・緑・青色 LED、UV-A、UV-B、UV-C の光を照射し、銀コロイド生成に寄与する光の波長を調べた。その結果、白熱電球、青色・白色 LED で溶液は濃い褐色になり、UV-C ランプでも褐色に変化した。各褐色溶液の吸光度スペクトルの測定では、銀ナノ粒子の局在型表面プラズモン吸収に起因する吸収波長 420nm 付近に吸収ピークがあり、ピークから赤色領域にかけてなだらかな吸収があった。赤色・橙色 LED 照射では溶液は呈色しなかった。これらの結果から、 $Ag^+$  を含む CMC-Na 濃度が高い水溶液に波長 460nm 前後の光 (青色) を照射すると、銀ナノコロイド溶液が生成することがわかった。

### 13JC-2 敵対的生成ネットワークによる配色生成における色空間の比較

私立早稲田大学本庄高等学院 代表研究者：松本和樹

本研究では、RGB 型、HSV 型、後述する Selective HSV (SHSV) 型の 3 種の敵対的生成ネットワーク (GAN) で配色を生成し、その結果を分析した。RGB 型と HSV 型はそれぞれ RGB 色空間と HSV 色空間を用いるものである。SHSV 型は、配色生成のために私が考案した色空間である。まずは、各モデルの生成した配色を、納谷らの色彩感情予測式や配色で評価すると、RGB 型では生成される配色の「こころよさ」、「目立ち」、「はなやかさ」の値が増加し、HSV 型と SHSV 型ではそれらの値の持続的な増加は見られなかった。配色をその多様性で評価すると、RGB 型で学習率が適切な場合には配色の多様性が維持されることが分かった。配色を色の三属性 (色相・明度・彩度) ごとに比較すると、RGB 型は色相と明度で、SHSV 型は色相と彩度、HSV 型はどの属性の分布も訓練データの値と一致しないことが分かった。SHSV 型の色相選択パターンを調べると、色彩学の知見と一致する結果が得られた。結論としては、配色生成には RGB 型が優れるが、色相の観点からは、SHSV 型が最も優れることが分かった。

## 13JD-2 変圧器（トランス）における電力と周波数の関係

愛媛県立西条高等学校 代表研究者：大西倫太郎  
共同研究者：宇野大輔、武田篤生、宮地奏多

物理基礎の授業で電磁誘導について学んだ。その電磁誘導の原理を利用したものに変圧器があることを知り興味を持った。その記述の中に「エネルギーの損失を伴わない理想的な変圧器は一次、二次コイル側における電力は等しい」とある。その「理想的な」という意味について追及していきたいと考え研究するに至った。一次コイルと二次コイルの電圧を測定することで、エネルギー損失の少ない理想的な周波数が存在すると考えた。今回は交流電圧の周波数を変化させ、トランスにおける理想的な周波数を研究する。本研究では、エネルギー損失の少ない周波数を調べるため、電力と周波数の関係を調べた。一次電圧を上げ続けると二次電圧がある点で下がり始めることが分かった。電圧を上げるほど下がり始めが遅くなり、その点での一次電圧と交流周波数には比例関係が見られた。また、一次コイルと二次コイルに鉄板をつけることで磁場のロスが減り、鉄板なしの場合よりも二次電圧の値が高くなった。

## 13JE-2 ミルククラウンの後に発生する水柱の研究

私立本郷高等学校 代表研究者：岡慎一郎  
共同研究者：市川晁大

ミルククラウンを発生させ新たに考えた撮影方法で水上と水中を同時に観察することで、水深が十分なとき、揺れが発生すると水柱は丸型、発生しないと針型になるということが分かった。これをもとに水を落とす高さや水深ごとの水柱の形を分類しその理由について考察することが出来た。

## 13JF-2 紫外線の反射による影響

岡山県立津山中学校 代表研究者：笹尾京香

本研究は、「紫外線は紫外線硬化樹脂を硬化させる」また、「紫外線は反射する」という性質を生かし、紫外線硬化樹脂を用いて紫外線の影響の増減について調査を行ったものである。紫外線硬化樹脂とは、紫外線を照射することによって硬化する樹脂のことであり、紫外線照射機を使用したり、日当たりの良い屋外で太陽光に当てたりすることによって硬化が可能である。自作の照射箱の中で、紫外線照射機を用いて紫外線硬化樹脂に紫外線を当て、樹脂が硬化するまでの時間を結果の変数とした。硬化するまでの時間が短いほど、紫外線の影響は大きいといえる。はじめに、プラスチックケースを段ボールで覆った照射箱の中で実験を行った。その後、プラスチックケースと段ボール箱の内側にアルミホイルを貼り、紫外線がより反射しやすい環境で実験を行った。その結果、照射箱内にアルミホイルを貼ったときの方が、樹脂が硬化するまでの時間がはるかに短くなり、紫外線の反射がどれくらい紫外線の影響を大きくさせるかを考察することができた。

## 13JG-2 立ち上る線香の煙の構造変化 part2

広島県立安古市高等学校 代表研究者：山崎泰成  
共同研究者：山内一樹、細田廉、畠山嶺志

線香の煙は風があたらないとまっすぐと上昇するが、線香の煙が上昇するとき、風の流れがあると、煙の両端が筋状になり、横に広がりながら上昇する。本校科学研究部では、この現象に興味を持ち、風があたり上昇する線香の煙の断面にラインレーザー光を当てて、煙の構造変化を観察した結果、上昇とともに、煙の断面が、ドーナツ型、三日月型、C型、両端渦巻き型へと構造を変化することを発見した。本研究の目的は2つある。1つは線香の煙の上昇速度を測定し、この速度を理論的に説明することである。2つ目は、「線香本体に風があたると、線香の風下側に双子渦・後流が生じ、それが原因でドーナツ型の煙の風下側に凹みが生じ、この変形が浮力により、三日月型、C型、両端渦巻き型に発達していくためである。」という仮説を流体シミュレーションソフト Flowsquare+ を用いて検証することである。本研究の結論は次のとおりである。線香の煙の上昇速度を測定したところ  $\text{cm/s}$  であり、この速度はハーゲン・ポアズイユの法則をモデルとして使うことである程度説明ができることが明らかとなった。また、線香の煙が上昇するとき構造変化の原因は、流体シミュレーションソフトを使って調べたところ仮説が正しいと検証された。また、風の流れの速さが0のときは、流体シミュレーションソフトから鉛直方向に渦が形成されており、これが、風があたらないとまっすぐと上昇する原因ではないかと考えられる。

## 13JH-2 クラドニ図形の単純化

北海道旭川東高等学校 代表研究者：伊藤日菜  
共同研究者：篠田真奈

本研究では、アルミ板を細長い形にしてクラドニ図形の研究を行った。円形や正方形の板に現れるクラドニ図形は複雑で解析が難しい。しかし、この方法により、節が一定間隔に並んだ一次元の固有振動になり、クラドニ図形を単純化することができた。その固有振動は閉管の気柱共鳴と同様であり、スピーカーの端が節、スピーカーと反対側は腹となっていた。また、クラドニ図形は横波であるが開口端補正があり、その値はほぼ一定であった。しかし、気柱共鳴とは異なり、固有振動数には幅があり、すべての振動数が節が現れた。スピーカーの端に砂が集まるが、実際の節の位置は少しずれている。自由端となっている腹の位置は一定で、振動数が大きくなると波長が小さくなるため、節と節の間隔が小さくなる。さらに振動数が大きくなり、スピーカー側の節の位置が、スピーカーからある程度離れると、新たな節として現れる。クラドニ図形の振動の伝わる速度が、アルミニウム中での音速よりもかなり小さいことから、振動は音波として伝わっているのではなく、スピーカー付近の振動にアルミ板が共振していることがわかった。また、アルミ板の長さを半分にしても、振動数によって波長が決まるため、節の間隔は変化しなかった。またスピーカーの左右に金属板があっても、片方だけでも形は同じであった。スピーカーの中心がアルミ板の内側にあると、節の形が波のような曲線的な図形が現れやすかった。図形が曲線的になっても、節の間隔は変わらなかった。

## 13JJ-2 流体摩擦の低減効果に関する研究 II

福岡県立香住丘高等学校 代表研究者：橋本昂

流体摩擦の低減効果に関する研究IIを行う目的は流体摩擦を低減させ、エネルギーのロスを減らし省エネルギーに貢献することである。先行研究ではゴルフボールにディンプルをつけることで、抵抗力が小さくなり飛距離が1.5倍になることが確認されている。実験で使ったパイプは長さ1m、直径0.8cmの透明ABS丸パイプを使った。らせん型リブレットを作る際、平行四辺形の形にした240番の紙やすりを作り、それに両面テープを貼り、金属棒につける。直径0.8cm、長さ1mの透明ABS丸パイプに挿入して回転させながら加工する。実験ではらせん型リブレットの異なるピッチで摩擦損失係数を比較、そして新たに考案したクロスらせんの流体摩擦の低減効果に関する実験を行った。その結果、クロスなしでのらせん型リブレットはピッチの長さが小さくなるほど流体摩擦の低減効果が大きかった。これは、ピッチの間隔を小さくすることによって、水の表面張力が大きくなり、摩擦が低減され、パイプの内壁の流速を大きくしているのではないかと考えられる。クロスらせんの実験では0.5cmはクロスなしより摩擦損失係数が大きかった。これは、内壁の部分がクロスで交わることで流速が小さくなり、摩擦損失係数を大きくしていると考えられる。したがって、らせん型リブレットはクロス無しではピッチが小さいほど摩擦損失係数が小さくなり、流体摩擦を大きく低減させる。また、ピッチの長さが最小である0.5cmは時計回り50回+反時計回り50回のクロスにすると逆効果になる。今後は時計回りと反時計回りの合計の加工回数と同じであることを条件とし、時計回りと反時計回りの加工回数が互いに異なるもので実験を行ってみたい。

## 13JK-2 翼上面の凹みと翼性能に関する研究

都立科学技術高等学校 代表研究者：井上泰清  
共同研究者：大野菜汰

本研究では、低速で飛行する固定翼機の翼上面に凹みを設置した際、翼に発生する抗力がどのように変化するのか、また凹みによって生じる抗力の変化が風速によってどのような影響を受けるのか風洞実験による調査を行った。結果として低速時には凹みによって抗力が低下し、揚抗比を大きく向上させる効果が見られたが、高風速時には凹みによる抗力への影響は少なく一般的な滑らかな翼とほぼ同値であった。これについて、追加実験として翼周囲の気流のシミュレーションを行った。結果的に高風速時には凹みの設置の有無に関わらず、翼の後方に乱流が生じていることが分かった。今後の研究では、高風速時について凹みによる乱流抑制の可・不可と凹みの位置・大きさ・間隔等との関係性の調査を行い、最終的には低速・低空域で長時間飛行が可能な固定翼型小型無人探査機の作製を目指す。

## 13JL-2 ドミノの転倒波速度モデリング

私立立教新座高等学校 代表研究者：荒井瑠斗

ドミノ倒しは一般に広く知られた遊びであるが、物理学的に考察するとその運動はとても複雑で奥が深い。特に、ドミノが倒れていく伝播の速度である転倒波速度を求めることは非常に困難である。これはドミノ間の力が複雑に入り混じり、ドミノ間の距離やドミノの幅、高さ、素材によってもその力や運動が変化するためである。本論文では、日本ドミノ協会認定のドミノと、切ることで簡単に高さを変えられる消しゴムを用いて高さや幅、動摩擦係数などを変え、転倒波速度の測定実験を行った。また、過去の研究を参考に、転倒波速度を求めるのに必要な角加速度の関係式、ドミノの初角速度、ドミノに加わっている力のモーメントを理論的に求め、一般的な高校生でも容易に扱うことのできる Microsoft Excel を用いてドミノの転倒波速度モデリングを行った。本モデリングは、実験結果とモデリング結果が標準偏差内で一致していることや、過去の研究と同様の結果が得られたことから、ある条件下におけるドミノの転倒波速度を正確にモデリングできたと考えられる。また、本モデリングはプログラミング技術のない一般的な高校生でも作成することができ、ドミノ研究の汎用性を高めることができた。また、モデリング結果より「ドミノ間の距離が短く、ドミノの高さが高く、動摩擦係数が小さいほど転倒波速度が速い。さらにドミノの高さと幅の比率が 4.85:1 にあるとき、そのパラメータでの転倒波速度が最速になる。」ということが分かった。

## 9:50 ~ 10:10 口頭発表 3

## 13JA-3 n 段のだるま落としを成功させるために必要な条件についての研究

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：豊田大悟

本研究は、n 段のだるま落としの成功する条件を一般化し、最終的に式で表すことを目的として行った。本研究でだるま落としの式を立てる際に注目した点は、運動エネルギーの変化と仕事の関係についてである。具体的には、だるま落としを行う前の運動エネルギーと行った後の運動エネルギーの差が、だるま落としを行った後にだるま落とし本体がもとの位置からした仕事と等しくなることを利用して式を立てた。そのためこの時求めた式は、一番下の段に与える速度  $v$  の必要条件を表す式となった。結果は、詳しくはレポートで報告する。

次に、上の式は速度  $v$  の必要条件であるので、より十分に速度  $v$  を大きくした場合に起こりうることを考察・検証した。その結果、上記の場合、だるま落としの一番下の段をたたいた後の様子を見ると、上の段に行けば行くほど一つ上の段とのずれが次第に小さくなっていき、ついには真逆の方向へずれが発生していったということがわかった。今後の展望として、このようになる条件も一般化し、n 段のだるま落としの時に何段目から上記の現象が起きるかを表した式を作る予定である。

## 13JB-3 ペーパーヘルメットの衝撃エネルギー吸収量に及ぼすハニカムの形状と湿度の影響

私立静岡理工科大学星陵高等学校 代表研究者：上杉朋花

以前、祖父が転倒し頭を縫う大怪我をした。高齢化が進むにつれ、同じ様な事故の発生件数は増加することが予想されるため、高齢者向けの軽量ヘルメットを制作したいと考えた。市販のヘルメットは重くてかさばるが、帽子では頭を守りきれない。そこで、ハニカム構造を応用した、軽くて折り畳みが可能な、強度の高い紙製のヘルメットを考案した。ハニカムペーパーを広げるとセルの形状は変化し、紙の面密度が低下する。また、紙の性質として、保管湿度の影響を受けて強度が変化する。今回は、セルの形状と保管湿度の 2 つの条件をそれぞれ変化させたときの強度を測定し、ヘルメットとして十分な強度を保持できるか調査した。実験は広げたハニカムペーパーの上にベットボトルと油粘土で製作した重りを落下させて行った。重りの持っていた位置エネルギーと凹んだ体積から、単位体積当たりのエネルギー吸収量を計測した。実験の結果、紙の広げ具合を変化させても強度はほぼ一定となった。紙を広げて密度が低下しても、セルの構造が正六角形に近づくことで構造の強度が増加し、互いの変化を打ち消しあったと考えられる。つまり、ペーパーを広げても強度を損なうことなく軽量化が図れることが示された。また、セルの強度が最大の条件で保持湿度を変化させると、湿度が増加するにつれて強度は低下した。先行研究と比較した結果、湿度 80% で保持してもヘルメットとして十分な強度を保持できることが分かった。

## 13JC-3 振り子磁石と鉄球のカオス的な運動について

鹿児島県立鹿児島中央高等学校 代表研究者：寺師昂平

共同研究者：森春陽、木下誠祥

先端に磁石のついた振り子（振り子磁石）の下に鉄球を通過させる実験を行ったところ、カオス的な運動が観察された。振り子磁石と鉄球の運動が本当にカオス運動であるか、数値モデルと、開発した理想的な状態で運動できる装置、及び周期を測定するためのセンサーにより検証した。

## 13JD-3 バイオミメティクスによる流体制御の研究 II

福島県立福島高等学校 代表研究者：田辺賢吾

共同研究者：矢吹陽南太、竹内晴、古内幹人、片桐叶太

風力発電には、風車のブレード表面から気流が剥離することにより抗力が増加し風車の回転効率が下がることで発電効率が減少するという課題がある。我々はバイオミメティクス（生体模倣）の手法を用いて気流の剥離を抑制し、この課題を解決することを目的に研究を行った。

本研究では水中を高速で移動するサメの表皮の鱗状構造に注目し、先行研究をもとにサメ肌模型を 3D プリンターで作成した。サメ肌構造が流体に与える影響を観測するため、自作装置を用いて以下の 3 つの実験を行った。

実験 1 では、サメ肌模型が水流に与える影響を観測するため、PTV (Particle Tracking Velocimetry) 法により模型前後の水流速の測定を行った。これによりサメ肌模型により水流が加速され、模型後部における水流軌道に変化が生じていることが確認された。実験 2 では、サメ肌模型が気流に与える影響を観測するため、スモークワイヤ法により翼型上に設置したサメ肌模型周辺気流の可視化を行った。これによりサメ肌模型によって縦渦状の乱流が発生していることが確認された。実験 3 では、サメ肌構造を設置した NACA0016 翼型を用いて各迎角における揚力の測定を行った。実験の結果、サメ肌構造によって翼型に生じる揚力が増加していることが確認された。以上より、サメ肌構造により流体の剥離を抑制することで翼に生じる揚力の減少を抑制できる可能性があることが示された。

今後は、サメ肌構造の特性の定量化・モデル化を進め、流体制御効果について検証していく。

## 13JE-3 電波による昼間流星群の観測

青森県立八戸工業高等学校 代表研究者：古里太一

本研究は、おひつじ座昼間流星群およびペルセウス座昼間流星群の電波観測を行った。

観測の対象とした流星群については 1 日に流星数の大きなピークと小さなピークがあることが報告されている。しかし、大小のピークの原因について詳しく分析した結果は述べられていない。そこで、おひつじ座昼間流星群およびペルセウス座昼間流星群の流星数の 1 日の間に生じる 2 つのピークの原因を調べることを目的とした。

おひつじ座昼間流星群とペルセウス座昼間流星群が観測できる 2020 年 6 月 6 日から 6 月 10 日に観測を行った。観測された流星数は 1 時間ごとに数え、1 日 (24 時間) の変化を分析した。

流星数は 6 時頃に最大となり、12 時または 17 時頃に最小となった。この観測結果は日周運動によって生じる流星数の変化の特徴を示している。さらに、13 時から 15 時の間に従来から知られている流星数の小さなピークが観測された。この小さなピークはおひつじ座昼間流星群とペルセウス座昼間流星群によるものと考えられる。

観測した期間には、おひつじ座とペルセウス座は 10 時ごろに南中するので、この時刻付近に流星数のピークが来ると考えられる。しかし、流星の電波観測では、天頂効果によって星座が天頂に来るとき流星数が減少するため、南中を過ぎた 13 時から 15 時付近にこれらの流星群のピークが観測されたと考えられる。一方、日周運動により生じる明け方の流星数のピークの中にこれらの流星群のピークが埋もれているため、10 時以前にこれらの流星群の小さなピークは観測されないと考えられる。

## 13JF-3 テニスコートのサーフェイスの変化によるボールのバウンド後の変化

私立玉川学園高等部 代表研究者：張照行

本研究では、テニスコートのサーフェイスの違いによるボールのバウンドの高さやイレギュラーの数を調べた。ボールを上から何度も落としそれを記録して解析をする。そのデータをもとにサーフェイスの違いによるボールの弾み方を数値化することによって、コートの違いによってプレーをどのように変化させるべきか科学的に検証する。

### 13JG-3 液状化現象における粒子の挙動

岡山県立津山高等学校 代表研究者：神谷健太  
共同研究者：本同凌大、山崎純太

液状化現象とは、地震によって砂地盤が液体状になる現象である。この現象の被害をニュース等で目の当たりにし、被害の防止・軽減に尽力したいと考えた。そのためには、この現象の動きをシミュレーション可能な必要がある。そこでまずは、振動に対する粒子の挙動について調べようと考え、この研究を開始した。液状化現象は、地盤が繰り返しせん断を受けると地盤中の間隙水圧が上昇し、有効応力がほぼ0になって液体状の挙動を示すことが知られており、理論計算は先行研究でおこなわれている(満岡 2001 など)。しかし我々は地盤中の粒子間の平均距離が地震の振動によって縮むことにより間隙率が下がり、間隙中におさまりきらなくなった水が地表にあふれ出すというシンプルなモデルで液状化現象が説明できるのではないかと考えた。つまり、砂が液体状になるかどうかではなく、水が地表面に現れるかどうかで液状化がおこったかどうかの判断基準とするモデルである。実際の粒子は複雑な形状で、配列もばらばらであるが、我々の理論モデルでは粒子は球形で、規則正しい配列で並んでいると仮定して、この自作モデルで液状化現象を再現できるかどうかの実証試験をおこなった。その結果、粒子を球形と仮定し、面心立方格子の配列であれば振動後も粒子間距離が負の値になることなく、また液状化後の水面の高さも実験値と誤差の範囲内で一致した。今後は、実際に液状化が起こった場所でもこのモデルが適用できるかどうか検証していきたい。

### 13JH-3 同調液体ダンパーを用いた地震による揺れの抑制の研究

東京都立小石川中等教育学校 代表研究者：荘司涼香  
共同研究者：神村和輝、杉本健人、竹林龍優

地震の多い日本では建物を建てる上で揺れへの対策は重要な課題である。水槽内の水の動きによって建物の揺れを軽減させる TLD (同調液体ダンパー) は比較的安全に取付が可能で、コンピュータ制御などを伴わないため誤作動が少ない。そこで、TLD をどのように用いるとより揺れを軽減することができるのかを調べた。

水槽を置いた場合、対比用の油粘土を置いた場合、何も置かなかった場合で実験し、水の量や水槽の形を変え、揺れの幅と揺れが収まるまでの時間を調べた。その結果、水槽を置く初めは油粘土を置いた時よりも振幅を小さくすることができたが、建物と水槽の揺れが一致してしまうと揺れを増大させてしまうことがあった。これは水の量が建物に対して重すぎたことが原因の一つと考えられる。

したがって、今後は建物自体の質量を増やすなどをしてより現実の質量比に近づけたり、揺れを軽減させる装置を考えて付けたりしていきたい。また、地震の周期などは一定でないため、どの周期でも揺れが増大されないためにはどうすれば良いかも考える必要がある。

### 13JJ-3 半球プリズムに映る像の謎を解明！～濃度測定の実用化・未知像の解明に成功～

熊本県立宇土高等学校 代表研究者：窪田環仁  
共同研究者：吉野泰生、四海成々実、渡辺詩衣奈、豊田和也、緒方陸斗

我々は、半球容器に水を満たした際、表面の円周部分だけが中心部と異なる不思議なゾーン (Zゾーンと呼ぶ) を発見した(2017年)。これまで、透明半球容器や半球プリズム等を用い、Zゾーンがもつ物理量や、Zゾーン形成の仕組みについて調べてきた。昨年度までに、半球容器全体に媒質を満たしたときのZゾーンの幅 $z$ は屈折率 $n$ に依存し、 $n = R/(R-z)$ を用いれば屈折率や濃度が求まることを突き止め、さらに、Zゾーン内に数本見えるひと際強い明線の形成要因の特定と、濃度自動測定を実現するカメラアプリのプログラム開発を行った。今回は、アプリの実用化のための測定器の開発を行った。また、新たにZゾーンの内側に薄っすらと映る未知の像が複数あることが判明したため、これらの像をもとに屈折率の精度向上につなげられないか調べた。結果、カップ固定器を製作でき、アプリの実用化に至った。また、半球プリズムには鏡のように映る虚像と、媒質中に結像する実像があることを突き止めた。特に、平面部は、Zゾーンを含め4つの層に実像が存在していることが新たにわかった。これらは主実像とは別の実像のため、本校の別の先行研究(2011～16年)で明らかにした「副実像」が水中で出現していることもわかり、中心部に出現する実像の位置の数式化にも成功した。これにより、Zゾーン幅と浮き上がり現象による拡大率を組み合わせることで、糖度測定の精度をさらに高められる可能性を示唆できた。

### 13JK-3 火成岩に含まれる放射線量の測定と考察

福井県立若狭高等学校 代表研究者：高木大成  
共同研究者：田中萌々花、松岡亜弥音、山口千晴、吉村好生

私たちの暮らす福井県には原子力発電所が多数立地しており、また恐竜の化石の発掘も盛んである。そこで私たちは放射線と地質、岩石にちなんで研究活動をしたと考え、岩石の一種である火成岩から発せられる $\gamma$ 線の観測を京都市青少年科学センターで行った。しかし、初回の調査では周りの岩石や宇宙からの放射線を考慮していなかったため適切な値がとれなかった。そこで今回の研究では、鉛の箱を自作しサンプルに使う火成岩の数を増やすことでより正確な値を計測することに成功した。今回の調査により、酸性岩>中性岩>塩基性岩の順に $\gamma$ 線の値が高いことが分かった。また、福井県美浜町における実測では花崗岩質の水晶浜において高い放射線量を確認した。私たちはこの結果から原因を考え火成岩を構成している鉱物の種類ごとの割合がこの差を生んでいるのではないかと考えた。今後の展望としては、火成岩を構成している鉱物について調べどの放射線同位体から $\gamma$ 線が発せられているか考える。

### 13JL-3 圧電素子を用いた効率の良い発電方法を探る

佐賀県立鳥栖高等学校 代表研究者：井上彩花  
共同研究者：鶴田莉子、伊藤明日香、三原萌花

地球温暖化に関連して発生している資源やエネルギーを巡って問題が多発している。この問題に貢献するために、身近にある微小なエネルギーを電力に変換し活用する「エネルギーハーベスティング」に着目し、振動発電の研究を行った。最終目標は振動発電を学校内で行うことである。

## 10:20 ~ 10:40 口頭発表 4

### 13JA-4 月の偏光

私立順天高等学校 代表研究者：森川瑠水  
共同研究者：谷口愛梨

昼の空、夜の月などあらゆるものが偏光しているのではないかという仮説を検証していく。特に偏光板とプラスチック板を組み合わせるとフィルターを作り、実際に蛍光灯、水面、土でできたカップなど大抵のものが変更していた。その偏光の度合いを色調の変化で定量的にまとめた。

よく晴れた空を見上げて目を凝らすと黄青のクロスが見える。同様に、モニターを集中して見ていると、同じような黄青のクロスが見えてくる。これは偏光を見ている(ハイディングのブラシ)。このように、変更は色によって確認できるようだ。

では夜の偏光はどうだろうか。晴れた夜、月に偏光板をかざして360度回転させ肉眼で明暗の変化を観察したが、明暗は見えなかった。なんとかみようと試みにプラスチック板をはさんでみたら、色がわずかに変化するのがわかった。さらに、薄いプラスチック板と偏光板をずらして接着させたフィルターをかざして観察してみると、緑っぽく見える角度と赤っぽく見える角度があることが分かった。そしてこれが最も顕著なのが、45度ずらしてフィルターを作った時であった。

また夜でも昼でもあらゆるものが偏光しているのではないかと考え、月とそれ以外のものも偏光しているかどうかを調べた。特に偏光していると色調の変化を伴い、逆に色調の変化があれば偏光していると考えられる。これは黄青のクロスが人間の目で見える原理と同じであろう。色調の変化から偏光の度合いを Mathematica を使って定量的に解析し、数値化する方法を考えた。

### 13JB-4 複数の垂直軸型風車の配置の違いによる単位面積当たりの発電性能の変化について

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：山下凌輝  
共同研究者：泉勇毅、一水信之介、坂田斗輝、筒井真見

風に対して前後に配置した2台の垂直軸型風車(揚力型)の位置関係によって、後方の風車が発電する電力の大きさがどのように変化するかを風洞を用いて検証した結果、全体としての電力が下がり、2台の風車の干渉が確認された。そこで、単位面積当たりの発電量に着目した。小さい設置面積で発電効率をできるだけ上げることが目標に、4台の風車を用いて配置を変え、発電電力を調べたところ単位面積当たりの発電電力が最も高くなるのは逆ハの字型に配置した時であることが分かった。

### 13JC-4 筒内を這い上がる砂のメカニズム

青森県立八戸高等学校 代表研究者：二階堂有希乃

本研究では、振動を与えた砂に中空の容器を差し込んだときに砂が容器内を上昇する現象のメカニズムを解明することを目的とした。疑二次元系で実験を行った先行研究の報告や、昨年自分が行った研究から、(1) 粒子が小さいほど高く這い上がる、(2) 加速度と振動数の組み合わせで砂の動きは異なる、(3) この現象が生じるためには砂の対流のような動きが不可欠である、ということが分かっている。しかし、筒内部の砂の動きを可視化する実験は行われてこなかった。昨年は円筒など立体的な実験器具を用いたが、今回は先行研究を参考に平面に近い実験器具を製作し、さらにカラーサンドで層を作ったことにより砂の流れを明瞭に可視化することができた。今回は加速度一定で振動数を変化させた実験を主とした。これと振動数一定で加速度を変化させた予備実験とをあわせて、昨年度立てた仮説が誤っていたことが明らかとなり、振動数・加速度の変化により最終的に表れる形状の傾向が分かった。以上により、砂は筒内部でぶつかり合うことで塊を形成し、圧がかかって塊がずれてきた斜面を滑りあがっている、という新しい仮説を立てた。

### 13JD-4 人工装置から見たダウンバースト・ガストネード発生の仕組み

北海道札幌西高等学校 代表研究者：佐藤千颯

共同研究者：宮崎花菜、辻直也、幸野晃大

これまでの研究でガストネードとよばれる非スーパーセル型の竜巻と、ダウンバースト現象のミニチュア版を人工的につくり出すことができるようになった。ガストネードはダウンバーストによって生じるガスフロントが、上昇気流とぶつかることで発生することが知られている。一方、ダウンバースト現象はメソハイ（小高気圧）が積乱雲の雲底を下支えしているところが崩れることで発生するとみられており、その再現実験により予想通りの結果が見られた。そこで今回は、ダウンバーストの発生からガストネードの発生までを一度に再現する装置を製作し、その仕組みを考察した。その結果、地表付近だけでなく、地表から積乱雲の真下にかけて幅広い高さにおいて冷たい空気が入るとダウンバーストが起きやすくなることがわかった。また、ガストネードが発生するには小規模なダウンバーストによってできた冷気の流れが近くのメソハイを崩し、別の小規模ダウンバーストが連続して発生し、ガストネードを引き起こすガスフロントを形成する可能性があることが分かった。

### 13JE-4 雪の結晶の生成に関する研究とその応用

山梨県立甲府南高等学校 代表研究者：長澤洸青

共同研究者：内田万葉、新藤佑都、山口航輝

私達は家庭用の冷凍庫で雪の結晶を作れるか、また、雪の結晶の生成に成功した場合、その結晶の形と冷凍庫内の温度の組み合わせは中谷ダイヤグラムと一致するものになっているか、ということを検証する研究を行った。装置はペットボトルを高さ60cm、直径3.4cmの円筒形状につなぎ合わせて作成した。この装置に150 mLの水を入れ、冷凍庫内に設置し、ニクロム線に1.0 A ~ 0.5 Aの電流を流して加熱し水蒸気を発生させる。加熱部分は新聞紙を入れた発泡スチロール容器で覆う。冷凍庫内・ペットボトル内の上部・水の温度は温度センサーを用いて連続して計測した。その結果、0.5 A、5時間で結晶が成長するペットボトル上部の温度が $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ~  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 前後で、雪の結晶の生成に成功し、中谷ダイヤグラムと照らし合わせたところ、結晶生成時の温度と結晶の形状の組み合わせが一致した。また、実験から、①装置にはある程度の高さが必要であること、②水を加熱するときは温度を $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上に上昇させるのではなく、凝固しないように温度が保てる程度の加熱で、装置や冷凍庫内により影響を与えずに結晶を生成できること、③装置の気密性を高くする必要があることがわかった。今後は、①装置内の湿度も温度と同時に測定し、中谷ダイヤグラムに基づき、雪の結晶の生成のメカニズムについて詳細に調べ、望んだ形の雪の結晶を生成できるようにする、②装置を小型・軽量化して、誰もが手軽に家庭用冷蔵庫の小さな冷凍室でも結晶を作成し観察できる装置を作る、ことを目標として研究を行いたい。

### 13JF-4 空のスペクトルと黄砂・季節の関係及び実験の簡易化

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：原清貴

共同研究者：富永和雅

空のスペクトルと天気・気象との関係についてスペクトルアナライザ(デジタル分光器)を用いて研究を行った。実験方法として、観測ではスペクトルアナライザに専用の光ファイバーを接続し、光ファイバーを物理スタンドに固定して、東を0度、天頂を90度、西を180度とし15度ずつ傾けて測定した。観測は朝(7:45)、昼(12:40)、夕方(16:00)の計3回行った。今回は黄砂がある時とない時の青空で比較を行い、黄砂の粒子径が $3\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ にあたるため、ミー散乱を発生させていた。また季節ごとに青空のスペクトルの比較を行った。その結果、大気中の水蒸気がミー散乱を発生させていることと、可視光線の波長が長くなるにつれ、可視光の吸収率が高くなることから青空のスペクトルに、影響を与えていたことが分かった。さらに、実験簡易化のために空の写真をRGB数値に分解するソフトを開発して、スペクトルアナライザの結果と比較するとともに、スマートフォンのカメラ性能の違いが空の写真に対しどの程度影響を与えるか実験を行った。その結果、スペクトルアナライザから求めたRGB値と、空の写真をRGBに分解するソフトから求めたRGB値では、ほぼ同様の結果を示した。また、スマートフォンごとの比較ではカメラによる差は小さいがAIの加工による影響が大きいことが分かった。今後の研究では空のスペクトル観測を継続して、スペクトルデータを収集し、それに影響を与える要素を調べ細かい気象条件ごとの比較を行っていきたい。最終的には本研究を、気象予報の精度向上につなげていきたい。

### 13JG-4 NGC2024 分子雲の電波観測による星形成の調査

国立名古屋大学教育学部附属中学校 代表研究者：笹侖夷

共同研究者：加藤丈人、稲垣智華、水野七濠子、足立心愛、黒木あやめ、宮崎晴

星と星の間には、星間物質と呼ばれる希薄なガスが存在し、それらが集まった雲が重力によって収縮して星が形成される。この雲は分子雲と呼ばれ、銀河の中で星間物質が集中する領域である。分子雲内での星形成を探ることで、太陽などの恒星の起源や未来の姿を推測することができる。本研究では、星形成が活発に行われている分子雲であるNGC2024に対して行われた電波観測のデータの解析を行い、分子雲の性質を調べ、星が生まれる領域の特徴を調査した。

### 13JH-4 リニアモーターカーにおける磁束密度と最も良い電流効率の関係

私立本郷高等学校 代表研究者：東郷斗夢

共同研究者：武藤優太郎、西本壮、川合琉也

本研究では、それぞれ磁束密度の異なる4種類の磁石を使い、リニアモーターカーの速度を計ることによって磁束密度が速度にどれくらい影響を与えるのかについて実験、考察を行った。240フレム/秒に設定したカメラで撮影を行い2地点間の速度をそれぞれ計測した結果、エナメル線の長さや電流が一定なので加速度は磁束密度に比例することがわかった。また加速度が同じの時、速度も同じなため、このリニアモーターカーの最も電流効率がいいのは0.08Tであることが分かった。

### 13JJ-4 空気砲は渦輪だけじゃない? ~空気砲のコアの速度と加える力との関係について探る~

北海道札幌北高等学校 代表研究者：青野太陽

共同研究者：井下陽平、土門愛泉、渡邊琥珀

本研究では空気砲から射出されるコアの速度と空気砲に加わる力との関係を調べた。コアとは空気砲から渦輪とともに射出される空気の流れである。空気砲から渦輪とコアを射出するときの条件を定量的に操作するために鉄球を落とすことでコアを射出できるようにして、鉄球を落とす高さを変えることでコアの速度を変化させた。空気砲に力を加えるときの鉄球を落とす高さ、段ボールの弾性の2つの条件とコアの速度についてそれぞれ実験を行った。鉄球の落とす高さを変えることでコアの速度は速くなった。また、段ボールで作成した空気砲は鉄球を落とし続けることでもコアの速度は速くなった。これは、鉄球が当たるたびに段ボールの弾性が弱まっていくからだと考えた。弾性が変化してしまうことに対処した新たな空気砲を作成し、段ボールで作成した空気砲との間に、コアの速度の変化の違いがあるかを確認した。

### 13JK-4 レール上を転がる球の摩擦力の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：浅倉ゆい

3年間レール上を転がる球の摩擦を研究してきた、実験を改良するごとに新たに現れた速度測定器自身の精度がバラついていることやレール形成の平坦性からのずれや角パイプからのレールの微少な傾き・浮きなど転がり摩擦の測定に影響する多くの要因について、これらを実的に抑える方法を見つけたことで、精度よく転がり摩擦係数を測定できるようになった。これにより2年前の日本物理学会 Jr セッションで指摘されたレール上とレール裏面の平面上の摩擦の速度依存性の違いや摩擦が滑り摩擦なのか転がり摩擦なのかという問題について解決の方向が見えてきた。まず昨年見つけた球の直径とレール間隔が2:1のときに転がり摩擦係数の速度依存性が大きくなる特徴を検証した結果、そのような比による特徴は偶々で、球自身のつるつると、真球度の悪さ(微少な形状の歪み)という2つの要因がそれぞれ原因になっていることが分かった。そしてこのことからレール上とレール裏面の平面上の摩擦の速度依存性の違いを説明できると考えられる。

### 13JL-4 地盤の強さを測定する新しい手法の提案

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：洲脇祥太  
共同研究者：秋岡蒼太、伊藤匠海、是友健太郎、萩原稜晟

土木工学において地盤の強さを測定する際に、土の乾燥密度が調べられる。しかし、土の乾燥密度を求める既存の方法には専用の大型で高価な器具が必要である。そのため、特別な器具を必要としない新たな測定方法が求められている。そこで本研究では、球状に成型した土を落下させ、その側面積を測ることで、球状に成型した土の強度を求め、その強度が大きいほど土の乾燥密度が大きくなることに着目し、土の含水比と乾燥密度の関係性を得た。その結果、先行研究の結果とは矛盾せず、この方法は有効であると分かった。

## 10:40 ~ 11:00 口頭発表 5

### 13JA-5 ベナール対流の発生条件と流動速度の関係

石川県立小松高等学校 代表研究者：山本徳慈  
共同研究者：北英明、坂中敢武、清水秀人

容器に入れた液体に粉末状の金属を振りかけて下から加熱すると、多数の六角形のセルによる美しいパターンが形成される。一つ一つのセルでは、液体が対流によって高温の中心部で上昇し、六角形の周縁部で下降している。先行研究から、対流によるパターン形成及び乱流への移行に、レイリー数に関わっていることが分かっている。本研究では、動粘度が10~1000cstのシリコンオイルを金属シャーレに入れ加熱し、実験を行った。液体の上面と下面の温度を測定しながら、赤外線カメラを用いて液面に形成されるパターンを撮影し、対流が発生及び消滅して乱流になるときのレイリー数を求めた。また、液面にアルミニウム粉末を振りかけてハイスピードカメラで撮影することにより、シリコンオイルの流動速度を測定した。実験の結果、粘度が大きいシリコンオイルほど、対流から乱流に移行するときの下面の温度が高くなり、対流状態が安定的に生じる傾向があった。一方、シリコンオイルの流動速度は、粘度の小さなオイルほど大きくなり、また、温度の上昇とともに増大した。さらに、層流から乱流に移行する時の流動速度の値は、粘度によらずほぼ一定であった。粘度が高いほどセルが安定するのは、粘度が低いものに比べて、液体内部の速度勾配が小さく、乱流状態に移行しにくいからだと考えられる。

### 13JB-5 磁気浮上実現に向けた磁場の可視化の研究

福島県立福島高等学校 代表研究者：石黒勇樹  
共同研究者：山口進太郎

近年、様々な再生可能エネルギーによる発電の高効率化の研究が進んでいる。その一つに風力発電があるが、発電システムには回転機構を含むため、ベアリングとの摩擦によりエネルギーの損失が生じ、耐久性の問題も発生する。そこで永久磁石による磁気浮上技術に注目した。この技術を風力発電風車の主軸に応用すれば、風力発電の抱える課題を解決できると考え、発電の効率化・耐久性の向上・さらなる普及促進等を目指し研究を進めている。本研究では、永久磁石による安定的な磁気浮上実現のために、磁石や浮上物周辺の磁場の大きさと向きを正確に測定し、磁場を定量化・可視化する手法の確立を目指した。荷電粒子が磁場中を運動するときにかかるローレンツ力に注目し、荷電粒子が描く軌道の座標データの解析から磁場を測定する手法を考案した。Excelを用いたシミュレーションを実施することで、それが可能であることを確認した。次に実際の荷電粒子の軌道から磁場を算出することが可能かどうか検証するため、電子の比電荷測定器内を運動する電子の軌道を画像処理ソフト imageJ を用いて画像解析し、得られた座標データを用いて磁束密度の算出を行った。解析の結果、理論値と同じオーダーの磁束密度が得られた。また、座標データ取得時のノイズの発生を最小限に抑えるため、最小二乗法を用いた座標データのフィッティング曲線を利用して解析を行い、プログラミング言語 Python を用いて得られた磁場を可視化する手法を検討した。今後は、誤差の補正を含んだ実験系の確立を目指して研究を進める。

### 13JC-5 土壌中の水分量と地震の振動数の違いによる液状化現象の様子の変化

京都府立洛北高等学校 代表研究者：西田光圭  
共同研究者：大嶽朋哉、服部樹、堀祥仁朗

本研究では、人工的に地震を起こし、実験Ⅰでは土壌内に含まれている水分量を変化させ、実験Ⅱでは揺れの振動数を変化させて、液状化現象が発生する様子を観察及び次降の深さを計測し、発生条件を調査し、考察を行った。その結果、液状化現象と土壌内の水分量や揺れの振動数との間の関係性がみられた。

### 13JD-5 Pepper と赤外線アレイモジュールを用いた体温測定システムの構築と評価

私立早稲田大学本庄高等学院 代表研究者：中尾圭佑

手で測定が可能な小型の赤外線温度計は、新型コロナウイルスの世界的な蔓延に伴い、発熱者のスクリーニングツールとして広く利用されるようになった。しかし、これらの温度計は手軽に使用でき非常に便利である反面、測定の際の感染リスクや、人的コストなどの問題がある。そこで、本研究では人型感情認識ロボットの Pepper と赤外線アレイモジュールを用いた新たな体温測定システムの構築を行い、これらの課題の解決を目指した。

構築したシステムはセンシングデバイスと Pepper で構成される。センシングデバイスの実装にはマイクロコントローラとして ESP-WROOM-32 を、赤外線アレイモジュールとして AMG8833 を採用した。両者間のデータの送受信にはソケット通信を用いた。額の表面温度を測定し、事前に設定した閾値と比較することで簡易的な体温測定を実現した。額の表面温度は、赤外線アレイモジュールを用いて1秒間に64ピクセルの表面温度の最大値のデータを10個集め、その中央値を最終的な測定値とした。発熱の基準となる閾値と最適な測定距離を決定するため、実験A、実験Bを行った。その結果、発熱の基準となる額の表面温度の閾値を36.0℃とし、5cmの距離で測定するのが適切であることがわかった。

開発したシステムを用いて、簡易的な体温測定を実現できた。5cmの距離で測定を行い、発熱の閾値を36.0℃とすることで、従来の赤外線温度計と遜色なく体温測定を行えることがわかった。また、従来の温度計の問題点であった人的コストの削減、及び測定の際の感染リスク防止を達成できた。

### 13JE-5 微小重力を用いた永久磁石による固体粒子の分離と非破壊同定 第2報 ~「固体版クロマトグラフィー」をめざして~

大阪府立春日丘高等学校校定時制の課程科学部<sup>A</sup>、大阪府立大手前高等学校校定時制の課程科学部<sup>B</sup>、大阪府立今宮工科高等学校校定時制の課程科学部<sup>C</sup>  
代表研究者：間石啓太<sup>A</sup>  
共同研究者：岡田京弥<sup>A</sup>、鷺見楠紀<sup>A</sup>、藤本新<sup>A</sup>、岩本亮太<sup>B</sup>、藤谷まい<sup>B</sup>、北田悟<sup>C</sup>、花崎卓哉<sup>C</sup>、奥野優一郎<sup>C</sup>、和田章久<sup>C</sup>、浜辺愛美<sup>C</sup>

微小重力下で単調減少する磁場中に解放された固体粒子は並進運動するが、その速度は粒子の質量に依存せず、物質固有の磁化率のみに依存する。この原理を用いて、小型ネオジム磁石と自作微小重力発生装置で、固体粒子の混合物を、物質の種類ごとに分離・回収できる事を実証した。実験に必要な微小重力は、小型の落下ボックス内に発生させた。落下距離は1.8m、微小重力継続時間は約0.5秒である。落下ボックス内にネオジム磁気回路、高速度カメラ、試料回収板、照明器具を配置した。反磁性体の粒子は、回収板の上に磁化率の違いにより、物質ごとに異なる粒子群として回収された。

これまで磁場による粒子の分離・抽出は、自発磁化を有する一部の物質に限られていたが、今回の実験によって、固体全体にこれが拡張できる展望が得られた。有機化学や生化学の分野では、無機物質においても、これと同様の技術が望まれるが、今回の磁気運動を取り入れることで、原理的には全ての固体物質でそれが実現する。地球化学では、異種粒子の混合試料を扱う場合が多いが、その分析の前処理過程として、今回の分離技術が利用できる。さらに無人探査機搭載のためのダスト分析装置にも応用可能である。このような装置は、小型で、しかも測定原理が単純であることが求められるが、磁気分離の原理はそれらの条件を満たしている。

### 13JF-5 非電解質+電解質の水溶液と電流値の関係

岡山県立津山中学校 代表研究者：西原茉穂

本研究では、電解質の水溶液に、非電解質の物質を溶かしたときの電流値を調べ、水溶液の抵抗について調べたものである。電解質としては食塩を使用し、非電解質としてはショ糖を使用した。食塩は水の水素結合の力により、塩化物イオンとナトリウムイオンに電離される。一方、ショ糖はヒドロキシ基と水分子が極性の偏りによって結びつくことで水にとけている。そこで、電解質の水溶液に非電解質を加えると、電極における電子のやり取りを阻害し、電気分解をした際の電流値は小さくなる予想した。しかし、実際に食塩水にショ糖を加えた水溶液に電流を流していくと、予想していない現象が次々と発生した。最後まで実験を行ったが、実験の方法に誤りがあったため、関係を考察するまでには至らなかった。しかし、実験が失敗した原因について、今まで学習した知識を活用したり、文献調査をしたりしながら分析し、自分なりに課題を追求することができた。

### 13JG-5 波動発電の高効率化の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：赤塚暉洋

本研究では、振動水柱型波動発電の高効率化を図った。具体的には、空気室とタービンをつなぐ部分の形(これを今後“空気口”と呼称する)を変えることによって高効率化を図った。まず、空気口を3種類用意し、シミュレーションを行い、空気口から出る空気の流れと空気口内部の空気がどのようになっているかについて調べた。その後実際に実験し、空気口による内部圧力と発電量の関係、電圧と電流の変化と発電量の関係について調べた。内部圧力と発電量に関しては、2つの空気口を比較した際に、圧力があまり変わらないのに発電量が大きかったりと、興味深い関係がみられた。次の電圧などの関係については、オームの法則に当てはまる関係性があり、空気口の形とはあまり関係がなかった。結果は、ヒョウタン型の空気口が小さい圧力の時でも発電量が大きかった。つまり最も発電効率が高く、本実験に適した形であるということがわかった。

### 13JH-5 途上国のための水の殺菌装置の開発～太陽光による煮沸殺菌～

熊本県立第二高等学校 代表研究者：白神尚也  
共同研究者：後藤剛洋, 北岡航太郎

途上国では不衛生な水の中にいる細菌により多くの人が亡くなっている。コレラは55℃で10分間加熱することで死滅する。そこで、我々は太陽光を用いてコレラを死滅させ、安全な飲み水を得ることを目的として研究を行った。水の保温についての実験を行ったところ最も保温効果があったものは放射熱を遮るアルミホイルを巻いたペットボトルであった。また、日照実験を行ったところ黒い紙をペットボトルに巻いたものが48.9℃という最も高い温度になった。これらのことから水の冷め方には放射熱が関係し、黒色のものがより温まりやすいことが確認できた。

### 13JJ-5 ウイルス対策のマスクの機能性について

兵庫県立西脇高等学校 代表研究者：吉田翔  
共同研究者：小畑颯夫, 小林日菜向, 山田怜央, 藤原実咲

本研究は、どのようなマスクが飛沫を防ぐのに効果的かを調べることを目的とした。2019年12月頃に確認された新型コロナウイルスは、飛沫感染をし、飛沫の大きさは5μm以上と言われている<sup>1)</sup>。そのため、5μm以上の粒子を含む抹茶の粉末を「模擬的な飛沫」とし、通気性試験機(KES-F8-AP1)を使用して各マスクを調べた。息のしやすさの体感を数値化するために、市販のティッシュペーパーを複数枚重ねたものを通気性の基準とした。3種類の紙マスクと3種類の布マスク、計6種類のマスクを比べてみると、相対的に紙マスクは通気性はよくないが飛沫を通しにくく、布マスクは通気性が良いが飛沫を通しやすと言える。

### 13JK-5 安息角の決定要因について - 静止摩擦力と粒径から -

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：森本尊

本研究では、安息角がどのような要因で決まるのかということ調査した。今回は特に、粉粒体の静止摩擦力と、粒径に絞って調査した。安息角は粉粒体の静止摩擦力に影響されているということが分かった。粉粒体の静止摩擦力が増加すると、安息角も急になるということが分かった。そして、粒径については、粒径が大きくなるにつれて、安息角が小さくなるようなデータをとることができた。また、今回実験したものの中では、安息角が40°付近のもの、60°付近のもの2種類の粉粒体しか存在せず、50°付近の安息角を持つものがなかった。この原因として考えられることが二つあり、粒径が0.1mm以上の粉粒体と粒径が0.1mm以下の差という要因と、粉粒体が、デンブンからできているか、デンブンからできていない粉粒体かということの違い、という要因である。この点についてはさらに詳しく研究する必要がある。

### 13JL-5 さまざまな種類と形状の金属の比熱をアルミのラミネート袋を用いて測定する方法

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：横山愛子  
共同研究者：森山和

私たちの生活に使われている金属製品は、その形状や大きさが異なり、その比熱を測定するのは難しい。また、水熱量計を用いた比熱測定の場合、金属の質量が小さいと水温の変化も小さく、誤差が大きくなる。そこで、細かな金属ならば、一つの袋に数多く入れて質量を増やし、まとめて温めることで比熱が測定できないかと考えた。アルミのラミネート袋に粒状・片状・板状・塊状など様々な形状の金属を複数個入れて、高温のウォーターバス内にその袋を浸けておくと、袋内の金属は短時間で一定の高い温度になった。この加熱方法だと、温めている間に測定試料に水が付着しない。また、断熱性が高く入手しやすい発泡スチロール材料を用いて、保温性の高い水熱量計を作製した。測定したアルミニウム、スズ、銅、チタン、銀、ケイ素の比熱の値は文献値にかなり近い値であった。このことから、アルミのラミネート袋と自作の発泡スチロール製水熱量計を用いた固体の比熱測定方法は、有効な方法だと考えられる。さらに、ラミネート袋に付着した水が水熱量計に混入しないように、二重にしたラミネート袋の内側に試料を入れ、内側の袋をすばやく取り出す方法も試みた。粒状アルミニウムを用いた二重袋での実験では、さらに文献値に近い比熱の値となった。また、ラミネート袋に入れた粒状アルミニウムは、水-NaClの寒剤中で-17℃に冷却した後に至温の水に入れて、水熱量計の水温を下げる方法でも比熱を測定した。この方法を用いれば、温水と反応する金属マグネシウムの比熱も測定することが可能である。

## 11:00 ~ 11:20 口頭発表6

### 13JA-6 気柱共鳴とヘルムホルツ共鳴の混在状態における管内の音圧の分布の測定

北海道札幌北高等学校 代表研究者：田口葵  
共同研究者：川田悠介, 山下龍生

第38回全国高等総合文化祭において本校の先輩方が、ジョアの容器を用いて作った笛(以下ジョア笛とする)の飲み口(以下最上部とする)を覆う面積を変えると音程が変わる現象において、気柱共鳴とヘルムホルツ共鳴の二つの共鳴の性質が利用されていることを解明した。私たちはそのジョア笛をモデル化し管内の共鳴の様子を測定できる実験装置を開発し、それを用いて最上部の面積の変化による共鳴周波数と音圧の分布の測定を行ったので報告する。

### 13JB-6 クラドニ図形と固有振動について

私立本郷高等学校 代表研究者：赤澤佳  
共同研究者：堀田悠真, 河原崎雄真

本研究ではクラドニ図形について7種類の形や大きさの違う板を用いて周波数を変えたときの図形の変化を観察し、固有振動でないときにもクラドニ図形が形成される理由について考察を行った。それぞれ同じ形の板について比較、または正弦波の式を用いることによって、いかにしてクラドニ図形が形成されるのか考察したところ、いずれも長い距離進んだ波が減衰し無視できるほどの振幅が小さくなるために、2つほどの波によって板が振動していると捉えられ、固有振動でない場合でもその合成波によってクラドニ図形が形成されることがわかった。

### 13JC-6 地球から見た月の動きについて ~1時間あたりにすすむ方位と角度~

国立兵庫教育大学附属中学校 代表研究者：竹内晴信  
共同研究者：杉山侑里, 北山彩香, 今田ひなの, 高島陸水, 下田伊織, 黒田和宗, 宮崎佳吾, 井上ティモールニコ, 村上陸, 藤原瑠希, 水田瞳美, 金子恵太郎, 志場有紗, 杉原大輝, 野平優奈

本研究では、地球から見た月の動きについて、1時間あたりにすすむ方位と角度を検討した。その際、地球の自転周期をちょうど24時間と仮定した場合と、23時間56分0.4秒と仮定した場合で角度の違いを比較した。また、実際に月の観察を行い、時間の経過にともなって月が東から西へと動くように見えることを確かめた。同じ時刻に見える月の位置の変化から、1時間あたりにすすむ月の見かけの動きについて考えを深めることができた。

### 13JD-6 粘性流体が巻くどぐろのメカニズムの研究

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：宮内円樹

蜂蜜を垂らすと、蜂蜜は渦を巻き始め、やがてそれが積み重なってどぐろが出来上がる。また、条件によっては一度巻かれたどぐろが新しく巻かれたどぐろの一部となる現象がみられる。

このような蜂蜜などの粘性流体が巻くどぐろについて、先行研究では、流体を垂らす高ささとどぐろの角周波数の関係を調べ、垂らす高さによって、主要となる力が異なると述べられている。しかし、ここでは、巻かれたどぐろの半径やそれがどのくらい積み重なったのかは調べられていない。さらに、流体の表面張力は無視できると考えており、着地面との摩擦力については言及されていない。

そこで本研究では、どぐろが巻く半径とそれが積み重なった高さ、着地面の摩擦及び表面張力とどのような関係があるかを流体を垂らす高さ  $h$ [cm] を変えて調べた。

その結果、①とどぐろの半径と高さは着地面からの影響を受けること、②とどぐろの高さは  $h$  の値によって変化の仕方がことなること、③着地面からの影響は、 $h$  が小さいほど大きいことが分かった。

今後は実験の精度を上げ、さらに厳密に粘性流体の運動を考察できるようにする。

### 13JE-6 高解像度投影を目指したミストスクリーンの改善と開発

福井県立若狭高等学校 代表研究者：古田明日香

共同研究者：中西琴美

今、注目されている霧でできたディスプレイ、ミストスクリーン。今あるものは画質が悪いので、解像度の向上に焦点を当てて、ミストスクリーンの画質の向上を目指した。ここでは対角線 2.54cm、面積約 3.22cm<sup>2</sup> の正方形の中に入っている霧の数をミストスクリーンの解像度とする。私たちは、粒の大きさが小さくなると、粒への光の当たり方がより細かくなると考えたため、「霧の粒の大きさを小さくすることで、解像度が上がる」という仮説を立てて実験を行った。今回の研究では、霧吹きと超音波霧発生装置の霧の粒の大きさの計測、1分間に発生する霧の重さの計測を行い、その結果から1分間に発生する霧の個数を求めた。また、発泡ポリスチレンパネルでミストスクリーンを作成し、霧の密度の差と霧が流れるという問題を解決するため、霧を吹き上げるファンの風速を調整して測定した。解像度については現在分析中だが、霧の流れる範囲やスクリーンになっている霧同士の距離を測定し、解像度を求める予定である。

### 13JF-6 安定して走行できる自転車構造の研究

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：安田吉伸

共同研究者：立石秀介、平野里桜、松本紗里奈

高齢者の自転車事故件数は増加の傾向にあり、警察庁の報告によると高齢者が事故を起こす原因は、操作不適と安全不確認である。私たちは、高齢者の自転車事故割合の高さは、自転車の操作に精一杯で安全確認を行う余裕がないためであるとの仮説を立て、自転車の安定走行に関するメカニズムの解明を目指した。文献によると①重心の位置②タイヤの太さ③キャスター角、トレイルという3つの安定性に関わる要因があり、私たちは①、②、③の3つの要因の組み合わせによって安定性を最大化できると考え検討に着手した。評価項目として「直進安定性」と「倒れにくさ」を設け、これらの評価方法を決定した。実験方法の確立に向けた予備実験として斜面上で自転車のタイヤのみを走行させる試験を行い、本試験に向けた課題の洗い出しを行った。最後に上記3つの要因をそれぞれ変更できる小型の自転車模型を作製し、走行に問題ないことを確認した。今後は、条件を変えて実験を行っていく予定である。

### 13JG-6 光ピンセット装置の開発

私立玉川学園高等部 代表研究者：葛貫里陽斗

共同研究者：浅見俊輔

光は粒子であり物体に当たると力を及ぼす。ただし、その力は、一般的な光では非常に小さい、この光をレンズで集めることで分子・微粒子・バクテリアなどの小さなものには、無視できるものではなく、その光によってその小さなものをトラップすることができ、これを利用してバイオエンジニアリングや、材料科学などの幅広い分野で使えたとされている。本実験では高校の実験室にある顕微鏡を改造することによって光ピンセット装置が作成可能であるか検証し、これによって微小な物体の運動を調べられる装置として利用できないか挑戦した。レーザーを集光するレンズは特殊なものが必要であったが、それ以外は高校の実験室であるもので代用可能である事がわかった。この開発した装置で、水中の薄力粉粒子を集光したレーザー光で動かすことができ、 $2.0 \times 10^{-9}$  N の力でトラップすることに成功した。

### 13JH-6 大気雰囲気、大気圧中の誘電体バリア放電で発生したプラズマの発光パターン特性 2

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：藤田紗矢

共同研究者：中島慶子、中西杏葉、迫田寛南

本研究では、大気雰囲気、大気圧中でプラズマを発生させるために、小型で安全なプラズマ発生装置を自作し、得られたプラズマ柱の発光パターンについて解析を行った。誘電体バリア放電によるプラズマの発生には高電圧の電源装置が必要であるが、定格出力電圧 10kV のネオンサイン用の小型インバータ電源を用いることができると考え、自作したところ、プラズマ柱の発生を確認できた。次に、誘電体間の空気層の厚さを変化させることにより、大気雰囲気層に加わる電場が変化するため、プラズマ柱の発光パターンも変化すると仮説を立てて実験した結果、発生するプラズマ柱の数が最大となる大気雰囲気層の厚さがあることが分かった。さらに、上部電極に付ける誘電体を誘電率の異なるものに置き換えることにより異なる発光パターンが得られることが分かった。

### 13JJ-6 泳ぐ人イクラに対するアルコールの影響

茨城県立日立北高等学校 代表研究者：佐藤陽向

共同研究者：澤原智哉、岩沢玲音、遠藤裕翔、遠藤雅也、环海翼、市川蒼衣、林憲士郎、森田文

人イクラとして知られるアルギン酸ゲル粒子にエタノールを含ませると、ゲル粒子が自発的に動く現象が本校科学部によって見出された。これまでの研究により、ゲル粒子はエタノール濃度の小さい方、すなわち表面張力の大きい方に動くことが分かっている。つまり表面張力差が粒子を動かしている。

エタノール濃度により水溶液の表面張力がどのように変化するか次のように測定した。エタノール水溶液の液滴をガラス管の先端につり下げたとき、管と液滴の間にはたらく表面張力と液滴にはたらく重力はつりあって静止している。液滴量を増やし重力が表面張力を上まわった瞬間液滴は落下する。よって1滴あたりの質量が大きいほど水溶液の表面張力は大きい。エタノール水溶液の濃度を変えると液滴の質量はエタノール濃度が高いほど小さくなった。エタノールは濃度が高いほど水の表面張力を低下させるので、運動する粒子の前後の表面張力差がより大きくなる。よってゲル粒子の速さが速くなったことが分かった。

次にアルコールの種類を変えてゲル粒子の運動の速さとの関係について調べた。ゲル粒子内のアルコールの濃度を一定にし、使用するアルコールをエタノールから1-プロパノールやメタノールに変えてゲル粒子の速さを測定したところ、アルコールの炭素数が多いほど粒子の速さが速くなった。また、アルコールの炭素数が多いほど液滴の質量が小さくなり、表面張力が小さいことがわかった。よって炭素数が多くなるほどゲル粒子の周囲の表面張力差が大きくなり、粒子の速さが速くなることがわかった。

### 13JK-6 スリットドラムの音響原理 有限要素法と梁理論を基に

愛媛県立新居浜南高等学校 代表研究者：大西悠月

共同研究者：吉田哉汰、大井俊輝、高石叶唯、村上涼紀

本校で「音の科学館」を催した際に、回転楕円体形をした一枚板の金属で出来ているにも関わらず、各スリット構造によって異なる固有振動数を持つことや、叩くと美しく響くスリットドラムに興味を持った。私たちはスリットドラムのスリット構造の振動数決定条件や、叩いたときに響く和音の発生メカニズムについて研究を行い、有限要素法シミュレーションソフト L I S A 等を用いて研究を進めた。研究を進めていくにあたって、スリットドラムと片持ち梁が似たような振動理論を持っていると考え、比較・検証を行った。研究過程で4つの実験に取り組んだ。1つ目は、真鍮板を木片で挟み C 型クランプで固定しバチで打撃して、真鍮板の長さとの固有振動数の関係を調べた。2つ目は、スリットドラムの各スリット端を打撃して、スリットの長さとの固有振動数の関係を調べた。3つ目は、共鳴しているスリットの振動部分をネオジム磁石で押さえることで、スリットドラムやスリット入り平面真鍮板の長さとの固有振動の節の位置の関係を調べた。4つ目は、幅の異なる真鍮板を用いて、長さ 10 cm の片持ち梁を設置し、幅の変化による固有振動数の変化を調べた。研究の結果、スリットドラムは、スリットを叩くと横振動が発生するが、その振動数は曲げ構造やスリットの長さによって節の位置が根元付近で変化する影響を受けることが分かった。また、スリット幅を短くすれば、横振動以外の振動モードを抑えることができ、特定のスリットを叩くと周りのスリットの固有振動が励起され、独特の美しい和音を奏でることが分かった。

## 13JL-6 スティックスリップ現象における理論周期の導出と検証

岡山県立津山高等学校 代表研究者：保田千代  
共同研究者：荒田祐希, 仁木心音

私たちの学校では、授業の始まりと終わりには必ず起立をする。その際、椅子と床が擦れてガタガタと不快音が鳴り響く。その原因が気になって調べたところ、それが「スティックスリップ現象」であることが分かった。スティックスリップ現象とは静止摩擦力が作用するスティック（固着）状態と、動摩擦力が作用するスリップ（すべり）状態が、接触面に交替的に表れる現象のことである。スティックスリップ現象は静止摩擦力と動摩擦力の性質の違いにより解明が困難であるため、現象の解明への貢献をするとともにさらに発展させ、現象防止を目的とした。本研究では不快音の原因であるこの現象に注目し、その周期を求めるために理論モデルを立て、実証試験をおこなった。スティックスリップ現象を起こす物体の固有振動が現象の周期に関係すると考えたが、実験結果より固有振動の周期よりも長い時間宙に浮いている状態が続いたため、地面に接触した後バウンドするモデルを立てた。解析した結果、地面に接触している時間は、鉛直方向の物体の単振動の周期の1/2と考えると実験結果をうまく説明できていることが分かった。ただし物体の引き方によっては物体の固有振動がからんでくることも考えられるため、今後は実験条件を変えて研究をすすめたい。

## 11:30 ~ 11:50 口頭発表7

### 13JA-7 マイスナー効果を強くするにはどうするべきか

北海道札幌西高等学校 代表研究者：杉浦志門  
共同研究者：山越雄志, 細川勇文

本研究では、イットリウム超伝導体(以下YBCOと呼ぶ)におけるマイスナー効果の強さと焼成条件の相関を研究した。今回は試料の成分、仮焼回数、仮焼後の粉砕方法との相関を研究した。成分については、酸化銀を混合した試料を作成し、粉砕方法については、約10分間粉砕した試料(従来通り)と約1分間粉砕した試料を比較した。その結果、酸化銀を0.1%混合した試料はマイスナー効果が強くなったが、0.01%混合した試料はほとんど変化がなかった。また、仮焼回数が違う試料は、マイスナー効果にほとんど差が表れなかった。さらに、粉砕にかかる時間が短いと、マイスナー効果は強くなったが、ホールセンサとの位置関係によってマイスナー効果の強さが異なり、偏ったYBCOになってしまった。

### 13JB-7 合成音声素材の自動取得と接続の定量評価

西宮市立西宮高等学校 代表研究者：青野優智  
共同研究者：上橋秀太, 亀浦一真, 宮本育弥

我々の研究の目的は、病気で声を失う人が、これからも自分の声で会話ができるような合成音声プログラムの開発である。昨年度は、母音と子音の繋がりを意識して、素材の切り出し位置、時間を工夫し、滑らかな合成音声を作成できた。本年度は、手動で行っていた音声合成の自動化を試みた。昨年度に最適と考えた、文章を読んで、その音声から子音と母音を切り出す方法の一部を適用できず、汎用性がなかった。そこで、素材の最初の母音と最後の母音を半分ずつ切り取る方法を汎用性があると判断し、採用した。しかし、文章を速く読むと、母音の消失を起こした音声が生じた。遅く文章を読むことで、音声の切り出しの自動化に成功した。次に、合成された音声を自動で評価し出力するプログラムを開発した。まず、素材間の周波数スペクトル差を取り、重みを掛けた。その重みを掛けたスペクトルの各周波数成分の和を求め、各素材において、その値の平均値の逆数をスコアとし、それが最大になる組み合わせを出力した。しかし、この方法では、滑らかな音声が出来ていなかった。次に、自己相関関数を用いて基本周波数を推定し、各素材の接続部分で、基本周波数の差を求めた。その差の平均値の逆数をスコアとして、それが最大になるような組み合わせを出力した。結果、読んだ文章にある単語は比較的自然に出力できた。音声素材の自動取得は一定の成果を得たが、接続の評価については改善の余地があり、素材の接続部分の音程が一定であるだけでなく、アクセントの要素の加味が有効ではないかと考えた。

### 13JC-7 宇宙線と気象の関係

秋田県立秋田高等学校 代表研究者：熊谷洗希  
共同研究者：渋谷暉斗, 登藤成琉, 水谷凜都, 森内厚佑

宇宙線が地球上の大気を通過してくることから私たちは地球の気象と宇宙線について何らかの関係があると考えた。2020年8月26日から安価で小型であるCosmic Watchという宇宙線検出器を秋田高校の生物実験室に設置し、地表で観測できる宇宙線のうち主にミュオン粒子を測定し、気象との関係について調べた。Cosmic Watchで得られた宇宙線、地上での気温、気圧、湿度のデータはGoogle Colaboratoryを用いて解析した。2020年10月16日のデータを機器の不具合により得ることができなかったため、2020年10月17日から31日の連続したデータを用いて解析を行った。この結果、気温と宇宙線検出回数に負の相関(相関係数:-0.54)が、湿度と宇宙線検出回数に弱い正の相関(相関係数:0.31)が見られた。一方で気圧と宇宙線検出回数には強い相関は見られなかった(相関係数:-0.19)。気温、湿度ともに宇宙線検出回数と相関が見られ、また気温と湿度の間に相関があったことから偏相関係数を求めた。その結果、湿度の影響を除いた気温と宇宙線検出回数では負の相関( $r=-0.46$ )があったものの、気温の影響を除いた湿度と宇宙線検出回数では相関があまり見られなかった( $r=0.05$ )。以上より、主に気温が宇宙線検出回数に影響を及ぼしているのではないかと考えた。本研究は東北大学の田中香津生助教、丸田京華氏、秋山翔希氏、理化学研究所仁科加速器科学センターの西隆博氏らのご指導のもと行ったものである。

### 13JD-7 水流による渦の発生とバックウォーター現象の再現 ~流しそめん機を使った水位上昇の研究~

北海道札幌北高等学校 代表研究者：石田莉礼  
共同研究者：田中聡, 廣狩花恵

電池式フロストそめん流し機[M](以下流しそめん機と呼ぶ)を用いて、水の流れに本流と支流がある場合に発生するバックウォーター現象による水位上昇と支流の幅との関係を調べた。また、堤防を設置した場合の支流の水位変化と、堤防の角度、支流の幅、電流の大きさとの実験の関係と、その際の水の流れの可視化を行った。さらに、本流と支流の流速がそれぞれ異なる場合の水位変化について実験した。

### 13JE-7 落ち葉に宇宙の神秘を見る

長崎県立大村高等学校 代表研究者：本村かな

毎朝下足室前の落ち葉を眺めていると、裏向き落ち葉の方が表向きものよりも多いことに気づいた。先行研究もなかったので、「裏向きの落ち葉の方が表向きものよりも多いことを統計的に実証する」「裏向きの落ち葉が多くなる物理的メカニズムを解明する」の2つを目的として研究に取り組んだ。クスノキ、ケヤキ、ソメイヨシノの3種の葉を対象に表・裏の偏りについて $\chi^2$ 検定を行った結果、有意水準5%で裏向きの落ち葉の方が多いという結果を得た。葉の落下実験から落下時点では裏向きが多いわけではないこと、すなわち表・裏の偏りは落下後に生じることが分かった。野外での観測および実験室での反転風速の測定実験から、表向きの葉の方が有意に反転しやすいことがわかった。表・裏の葉の推移をモデル化し漸化式およびコンピュータシミュレーションを行ったところ、表・裏の反転率の違いが表・裏の葉の偏りを左右することがわかった。クスノキの葉について、運動量保存とベルヌーイの定理から表向きの葉および裏向きの葉の理論的な反転風速を算出した結果、実験値とのずれはそれぞれ12%、17%となった。落ち葉を長方形でモデル化し葉の湾曲具合と反転風速の関係を調べると、実際のクスノキの葉の湾曲具合は反転風速を最小にする湾曲具合に近いことがわかり、両者の関係が強く示唆された。現在、裏向きの落ち葉が多くなる生物学的な意味を探るため、太陽光による分解速度の面から実験を行っているところである。

### 13JF-7 テレポーテーション(人間転送)の可能性の研究

神奈川県立横須賀高等学校 代表研究者：松本晟夢  
共同研究者：蛭川日斗美, 村山千夏, 大賀幹太, 木下暁裕, 倉島雅斗

私たちは、テレポーテーション(TP)の研究をしている。中でも、BECを使ったTPに焦点を当てている。BECとは多数の原子を冷却して、あたかも一つの巨大な原子の状態にすることである。アメリカで行われた実験では、2000個のルビジウム原子の気体のBECの再現に成功した。このBECをレーザーにすることで、TPが可能になるが、これを人間で再現しようとする、人間を凝縮する必要がある。現時点では冷凍(凝縮)、解凍、それを転送するエネルギーを扱う技術が足りない。

ここで人間の冷凍、解凍について、冷凍保存された魚が解凍後でも同様に動き出したという実験結果を踏まえて考えると、人間も同様に魂や記憶は保存される。また、エンタングルメントを使った量子TPがある。それは、BECとは違い、情報だけを送ってTPしているかのように見せる技術で、実際に本体が移動する訳ではないため、オリジナルの欠損のリスクが伴う。しかしその延長として、エンタングルメントの片方を未来に置くことが出来れば帰還、確認は出来ないが、未来へ行くことは出来るのではないだろうか。

他方、過去へのTPについては、親殺し(タイムトラベル)のパラドックスという課題がある。Aが時間を遡って、Aを産む前の状態の親を殺したとすると、生まれるはずだったAが生まれなくなり、Aが過去に遡って親を殺したという事実もなくなり、結果Aの親が殺されずAも生まれ…と堂々巡りになる。

時間の移動について、仮想現実の技術を用いることで、過去に遡ることはできないが、現実との時間の流れを変えれば未来に行くことも可能である。

### 13JG-7 ポッパー型ルアーのアクションに関する研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：依田さくらスカイ

本研究では、フロートタイプのルアーが水面をどの様に動くのか、水槽やプールを用いて観測、分析を行い、ルアーのどのような動きが魚を引き寄せるとの解明を目指す。フロートタイプルアーの中でもポッパー型のルアーには水しぶきを上げるという目立った特徴がある。この動きを解析するために、一定の力で水面を動かす事が可能な機構を取り付けた水槽を作製し、動きをカメラで正確に捉えられるよう工夫し実験を行った。また、ルアーの動きについて分析を行い、実際に釣り場にて動きを再現し、魚がどのようなアクションでルアーにアタックしてくるか実証を行った。ここで得た結果から、その動きが魚にとってどのようなアビールが為されているか検証するため、プールを使い水しぶきに焦点をあてた実験を行った。この実験では、ルアーを引く力、ルアーの移動距離から仕事を算出し、ルアーが水に与えたエネルギーを考慮することによってルアーごとにどのような特徴があるか物理モデルから比較を行った。以上から、予備実験、釣り場での実証実験、モデル化による考察を通して水深などの釣り場の環境によって使うべきルアーの特徴を数値化することが出来ることが示唆された。

### 13JH-7 転がり抵抗係数と球の歪み具合との比較

鳥取県立米子東高等学校 代表研究者：長谷川光  
共同研究者：佐々木秀太、前田大輔

本研究の目標は、既存の算出方法によって求まる転がり抵抗係数が球の歪み具合に比例しているか確かめ、既知の指標を利用して抵抗係数を求める事である。転がり抵抗という複雑な現象を、高校物理の範囲から逸脱し過ぎずに理解できるようにする事を目指し、全ての測定を高校の実験室内で行った。我々は、接地面の半径と球の半径との比を球の歪み具合と見なす事を考案した。しかしながら今回の計測では、転がり抵抗係数が球の歪み具合に比例しているとは言い切れなかった。なお、実測値から求められた転がり抵抗係数とボアソン比との間には、正の相関関係が見られた。今後測定の精度をさらに高める必要がある。

### 13JJ-7 効率の良い電波発電装置の開発

山梨県立甲府南高等学校 代表研究者：倉澤陽平  
共同研究者：小泉宗秀、横田佳奈

私たちは、効率の良い電波発電装置を作る研究を行った。発電回路には全波整流回路とネット上に公開されていたニコラテスラ回路を用い、回路に用いるコンデンサは静電容量が100 $\mu$ Fと0.1 $\mu$ Fを用いた。アンテナには1.25m～15mの長さのエナメル線を用いた。発電量の指標として出力端子に発生する電圧を、電圧センサを使い計測した。

計測の結果、ループアンテナでは、ニコラテスラ回路では最大電圧に上がるまでの時間は長く変動の少ない電圧を得られ、全波整流回路では最大電圧に上がるまでの時間は短いが変動が大きい電圧が得られることが分かった。回路に使うコンデンサは、100 $\mu$ Fの時は最大電圧に上がるまで時間が長く変動の少ない電圧を得られ、0.1 $\mu$ Fでは短時間で最大電圧に達するが電圧の変動が大きかった。またアンテナの長さは15mで1.5Vの変動の少ない電圧が得られた。コンデンサ静電容量0.1 $\mu$ Fの全波整流回路でダイポールアンテナ15m $\times$ 2本を用いて最大電圧約3Vを計測できた。

ゲルマニウムラジオ回路を用いて、10～15mのアンテナが捉えている電波は、約700kHz～約1600kHzのAMラジオの電波であることが確認できた。またアンテナの長さや電圧の関係より、波長の1/(2n)の長さのアンテナが効率よく電波を捕らえ電圧が高くなると考えられる。

今後は、①大きい電流を得る、②八木・宇田アンテナのような電波を捉えやすいアンテナを自作して計測する、③電波の基地局の近くや電波が強い場所での計測、を目標に、より効率の良い電波発電装置の研究を進めていきたい。

### 13JK-7 水中の浮力についての分子論的考察

私立大谷中学校・高等学校 代表研究者：大本理子  
共同研究者：金沢真、西村聖菜

私達は水中の物体にはたらく浮力の起源について、分子衝突理論に基づいて解明する取り組みを行った。分子運動論に基づけば、浮力は物体の上下面での分子の衝突によって生じる。しかし、大気中の浮力の場合と異なり、単純に分子を相互作用のない質点として扱うと、水の小さな圧縮率が大きな浮力を生み出す理由を説明できない。そこでファンデルワールス方程式をヒントに、分子間力と分子体積が及ぼす分子衝突への影響を考察した。水分子の排除体積は水の体積の50%以上を占め、数密度の約2倍程度に比して自由に動ける空間がせばまり、1分子当たりの衝突頻度が増えることがわかった。また、水分子が壁面へ衝突する際のエネルギーの変化を考察した結果、数密度が増えて平均自由行程が短くなるにつれて最安定分子間距離に近づくため、分子の衝突速度が最大に近づくことがわかった。水深が深まると水分子の数密度の増加によって衝突回数が増加するだけでなく、1分子当たりの衝突頻度と衝突エネルギーも増加する。このようにして圧力差が生じ、浮力を説明できることを示した。私達は分子衝突理論に基づき、水中の浮力と水圧に関する理論モデルを提唱した。

### 13JL-7 金属線の自由端補正について

熊本県立第二高等学校 代表研究者：田之上拓弥  
共同研究者：宮川陸

本研究では金属線の定常波について、金属線の波の端にできる腹のような部分を調べた。

金属線はピアノ線を用い、スピーカーを用いて定常波を発生させた。そして、金属線の波の端の長さ（以降端波長と呼ぶ）を計測したところ、気柱共鳴による開口端補正のような現象がみられ、1/4より小さい値が得られた。またさらに、スピーカーの振動数を変え、5～17倍振動においても同様の作業を行ったところ、端波長の一波長に対する割合（以後割合と呼ぶ）はどの振動数においてもほぼ一定であることが分かった。また、7倍振動を固定し、金属線の長さを変えていったところ、ここでも割合がほぼ一定であるという結果が得られた。

## 11:50～12:10 口頭発表8

### 13JA-8 マグネチックスターラーが作る渦の研究

愛媛県立西条高等学校 代表研究者：池内空飛  
共同研究者：伊藤巨、木原敬吾、福田二郎

鳴門海峡の渦や強風時に起きる竜巻など、身の回りには多くの渦が形成される。理科の実験で薬品を溶解するために、マグネチックスターラーが使われる。マグネチックスターラーで攪拌子を回転させることによって、渦が形成されることを知った。そこで、私たちはマグネチックスターラーが作る渦を解析することとした。最初に、マグネチックスターラーの目盛りの回転数を変化させ、攪拌の様子を観察した。マグネチックスターラーの目盛りが100～200rpmにおいては、水面での変化はほとんどない。400rpmになると攪拌子が回転すると中心の水が周辺に押しされ、押し出された部分にその上の水が流れ、水面の中央がへこむ。600～800rpmになると、中央が渦になり遠心力と水圧、重力合力で渦の中央へ向かって斜めに流れ込み渦が成長し下に伸びてくる。1000rpm以上になると渦が攪拌子に到達し、激しく攪拌される。次に、マグネチックスターラーの回転数の目盛りと攪拌子の回転数のずれを求め、攪拌子の回転数を点滅するLEDの周波数より測定した。これらは液体の粘性や抵抗によるものだと考え、攪拌する液体によって回転数が異なると思われる。しかし、攪拌されている溶液の流速は測定することが出来なかったため、今後は流速の測定方法を検討していった。また、2層に分層した水と油を攪拌すると白濁する。これは、油中に水クラスターとなって溶けていることが考えられる。今後は、温度を上昇させたり、超音波を当てたりすることで、水クラスターを分解し、透明な液体を形成することができないか検討していきたい。

### 13JB-8 カルボキシラートイオン (-COO<sup>-</sup>) を有する媒晶剤によるNaCl結晶の{100}面の変化

富山県立富山中中部高等学校 代表研究者：横山愛子  
共同研究者：森山和、本郷巧望、鎌田のどか、渡邊愛織、中田陸誠

これまでの研究で、飽和NaCl水溶液にポリアクリル酸ナトリウムを加えて水を蒸発させると、正八面体のNaCl結晶が析出することが分かった。通常、飽和NaCl水溶液から水を蒸発させると、Na<sup>+</sup>とCl<sup>-</sup>が並んだ静電的に安定な{100}面で囲まれた直方体のNaCl結晶が析出する。一方、飽和NaCl水溶液にポリアクリル酸ナトリウムが溶解していると、電離した多数のカルボキシラートイオンCOO<sup>-</sup>にNa<sup>+</sup>は引き寄せられてNa<sup>+</sup>間の反発力は弱くなり、同符号イオンが並ぶ{111}面から結晶が成長して表面積を小さくすることで表面エネルギーが小さくなり、正八面体NaCl結晶が成長したと考えた。本研究では分子内にCOO<sup>-</sup>を有することでNaCl結晶の{100}面を変化させる他の媒晶剤を見つけることを目的とした。カルボキシメチルセルロースナトリウム(CMC-Na)、クエン酸三ナトリウム、L(+)-グルタミン酸水素ナトリウム、EDTA-2Na、アルギン酸ナトリウムをそれぞれ加えた飽和NaCl水溶液に直方体のNaCl結晶を入れ、水を自然蒸発させた。投入したNaCl結晶やあらたに析出したNaCl結晶の外観の変化と光学顕微鏡での微結晶の形の観察を行った。その結果、CMC-Na、クエン酸三ナトリウム、アルギン酸ナトリウムを含む飽和NaCl水溶液から、{100}面以外の面で囲まれた多面体結晶が観察された。COO<sup>-</sup>は共鳴構造をとる安定なイオンなので、Na<sup>+</sup>間の反発力を弱め、{100}面を変化させると推察される。

### 13JC-8 コップから流れる水の形 第4報

私立本郷中学校 代表研究者：高橋礼  
共同研究者：野本峻平，山口慶太郎，平山皓成

本研究ではコップから流れる水が落下するときに、交互に繋がれたリングのような形になるという現象に注目して実験を行った。条件を一致させるために、自作容器を用いて実験を行ったところ、どのような液体でも筋と筋のぶつかり合う力が大きいほどリングの太さが太くなる現象が確認され、それには流量、容器の端から筋がぶつかり合うまでの落下距離、筋がぶつかり合う角度が大きく影響していることが分かった。

### 13JD-8 単色レーザー光とレーザー強度計を用いた薄膜厚測定器の開発

鳥取県立鳥取西高等学校 代表研究者：野田暹菜  
共同研究者：本庄朝英

我々は、高校の実験室にある半導体レーザーとレーザー強度計で薄膜厚測定器を製作し、薄膜厚の測定を試みた。身の回りの薄膜として、シャボン玉や油膜をはじめ、貝殻の真珠層やタマムシの外骨格の表面がある。しかしながら、これらの薄膜ははっきりとした厚みがわからず、製作した薄膜厚測定器の性能を確認できない。そのような中で、シリコンウェハーの表面を熱酸化処理したSiO<sub>2</sub>の薄膜がよい薄膜試料になることがわかった。そこで、SiO<sub>2</sub>成膜付きシリコンウェハーを試料として、今回製作した薄膜厚測定器で薄膜厚の測定を試みた。

### 13JE-8 斜面上を流れる粘性流体の運動分析

岡山県立津山高等学校 代表研究者：高橋恵吾  
共同研究者：香山晟，難波幸大，湯浅皓庸

斜面上の粘性流体の運動を分析し、理論モデルによって運動を記述することを目的として研究を始めた。粘性流体の一性質として粘度に着目し、粘性流体として水ガラスを用いて、粘度ごとの斜面上の速度変化を映像分析した。その結果、水ガラスの速度の減少傾向は低粘度において急激で、高粘度であるほど運動全体の速度が小さいことが分かった。

また、実測値との比較対象として計4つの理論モデルを考案した。その中で、斜面上に水平な方向に薄くなりながら伸長する粘性流体の運動を図形的な変形とみなして記述した重力線モデルを採用し、実測値との比較に用いた。

その結果、水ガラスの速度減少の傾向は理論値と実測値で一致することが分かった。また、理論値と実測値の差は、高粘度になるほど大きくなった。

速度減少の傾向が理論値と実測値で一致したのは、水ガラスの流れが定常であったため、図形的な変形とみなし幾何的な処理をすることが可能だったからと考えた。また、高粘度帯での理論値と実測値の差は、高粘度帯では低粘度帯と異なり水ガラスの流れが定常でなかったため、幾何的な処理が適していなかったため生じたと考えた。

今回私たちが考案した理論モデルは、粘性流体の定常流れについて普遍的な予測が可能であると考えられる。今後は、水ガラスの加速区間にも焦点を当て、実験方法や理論モデルの改良を行っていきたい。

### 13JF-8 物体間における影の伸縮のメカニズム解明（第2報）

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：田中智直

2つの物体を1つの光源で照らしながら近づけていくと、物体の影が伸びる現象が起きる。このとき、物体自身は変形しておらず、影だけがある1点に向かって伸びていく。この現象は、太陽やプロジェクターなどのもので指を近づけると、見にくいことはあるだろうが、日常生活の中でも確認することが出来る。先行研究を調査したが的確に現象を説明しているものがなかったため、昨年に引き続き、この影が伸びる現象のメカニズムを解明することを目標として実験をおこなった。実験は、暗室の中で2つの物体を横方向に並べ、光を照射して物体の奥に設置したスクリーンに映る影を確認するという方法でおこなった。影の伸びる現象は光源に近い物体の側面から反射した光によって作られていると昨年度は結論づけた。しかし実験の結果、影の伸びる現象は平行光を用いても現象を確認することができたので、反射光以外の別の条件も関係していることがわかった。また、物体を近づける時だけでなく、物体の前後の距離を長くさせることで影の伸びる現象を確認することができた。今後は物体の側面の反射による光以外に影が伸びる現象を発生させる条件、さらに詳しい光の経路等について詳しく調べていきたいと考えている。

### 13JG-8 木工用ボンドと速乾木工用ボンドにおける乾き方の違いについて

北海道札幌北高等学校 代表研究者：山本峻己  
共同研究者：門田侑大，土門慎之介，西田一惺

本研究では、木工用ボンドと速乾木工用ボンドにおける乾き方の違いについて空気と接する表面積やボンドに含まれる水と酢酸ビニル樹脂の割合の違いから調べた。その結果、木工用ボンドは表面積が大きくなるほど乾くまでの時間が長くなったが、速乾木工用ボンドは乾くまでの時間が一定であった。しかし、速乾木工用ボンドにおいて、表面積に関係なく乾く時間が一定というわけではなかった。また、ボンドが乾くには水と酢酸ビニル樹脂の両方の質量が関係していることが分かった。

### 13JH-8 過冷却と冷却速度の関係

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：中島慶子  
共同研究者：藤田紗矢，吉岡亮太

水を冷却していくと、凝固点を下回っても液体の状態が保たれる過冷却という現象が起きることがある。本研究では、過冷却が起きるには冷却速度による影響があると考え、冷却速度を変えて、過冷却が起きる条件を調べることにした。また、今回用いた装置の冷却能力内で、過冷却水が凝固する最低温度を調べることにした。冷却にはペルチェ素子を用い、精製水をアルミパイプで自作した容器にいれて実験をした。その結果、過冷却が起きた時にはおよそ0.02～0.20℃/sの速さで冷却されていた。一方、過冷却が起きずに凝固した時の値には幅があり、一定の値に定まらなかった。冷却速度と過冷却水が凝固する温度との間に明らかな相関は見られなかった。

### 13JJ-8 ドミノで解決！将棋倒し

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：山本隼輔  
共同研究者：宮本陽生

本研究では、ドミノの列の枚数や間隔の条件を調べることで、人が起こす将棋倒しの解決策を考察した。我々はドミノが倒れていくにつれ、次のドミノを押す力が増幅すると考え、列の最後尾のドミノが移動した距離によってこの力を評価した。

先行研究より、ドミノの枚数が多くなるほど、また、ドミノ同士の間隔を小さくするほどドミノが倒れる速さは速くなることが分かった。我々は次のドミノを押す力を列の最後尾のドミノの移動した距離で考え、ドミノの枚数や間隔との関係性を調べ、2つの実験を行った。

実験1ではドミノ同士の間隔を1.0cm、先頭のドミノを倒す振り子の始点の角度を鉛直方向から30°に統一し、ドミノの枚数とドミノの力の増幅について調べた。その結果、次のドミノを押す力は枚数が多くなるほど、大きくなることが分かった。

実験2では倒すドミノの枚数を10枚、先頭のドミノを倒す振り子の始点の角度を鉛直方向から30°に統一し、ドミノ同士の間隔と力の増幅について2つの方法で調べた。方法1ではドミノの間隔を統一し、3.0cm、2.5cm、2.0cm、1.5cm、1.0cmと変化させた。方法2ではドミノの間隔を一枚ごとに交互に変化させ、2.0cm-3.0cm、1.5cm-2.5cm、1.0cm-2.0cm、0.5cm-1.5cmと変化させた。その結果、ドミノの間隔が小さくなるほど最後尾のドミノの飛距離が伸びていることが分かった。また、先頭のドミノから最後尾のドミノまでの距離が等しいとき、方法1の時よりも方法2の時の方が全体的に最後尾のドミノの飛距離が短くなることが分かった。

### 13JK-8 川魚の住みやすい流れの速さ

私立玉川学園高等部 代表研究者：座間友耶

本研究では、河川の流れを測定して、水路で再現する事で魚が住みやすい流れとはどのようなものか考察を行った。上流、中流、下流に分けられていて川魚がよく住んでいる上流に絞って測定をした。このとき測定された流れの速さについて、川魚がどのような流れでどのような環境にいることが分かった。これらの研究結果より、ニジマスの好む川の流速は0.510m/s～0.552m/sに生息している事が分かった。川の流れを障害物が邪魔して遅くなっている場所はニジマスは好まないことも分かった。

### 13JL-8 レーザー光の干渉を用いた布の物理的性質の比較

愛媛県立松山南高等学校<sup>A</sup>、愛媛大学グローバルサイエンスキャンパス<sup>B</sup> 代表研究者：二宮結愛<sup>A, B</sup>  
共同研究者：片上航瑠<sup>A</sup>、國田章真<sup>A</sup>、佐々木桜<sup>A</sup>

縦糸と横糸が格子状に交差していることから、布を二次元回折格子に見立て、レーザーを布の面に対して垂直に入射させると回折像が現れる。そこで、布におもりで均等に力を加え、布の隙間の大きさの変化を明点間隔の測定で算出した。今回は綿100%とポリエステル100%の布の比較を行った。

力は250gのおもりを一つずつ増やし、最大で9.80Nにした。おもりを増やしていくと、0Nのときから綿は最大10%、ポリエステルは40%、力と平行方向の隙間が広がった。力と垂直な方向では、どちらの布も隙間が狭まった。おもりを減らしていくと、綿は最終的に約0%の大きさに戻り、ポリエステルは力0Nでも20%広がったままであった。また、日をおいてから同じ布で実験を繰り返すと、綿は隙間の広がり大きな変化がなかったが、ポリエステルは徐々に隙間が広がりやすくなった。どちらも時間をおくことで、広がった布の隙間が実験前の大きさに近づいた。

この実験から、綿は9.80Nの力では隙間の大きさに著しい変化は見られず、ポリエステルよりも布の隙間の形状を維持できると考えた。ポリエステルは力と平行方向の隙間が実験前と比べて最大1.4倍の大きさになり、力と平行方向での伸びやすさが優れているが、伸びた布が縮むには多少時間が必要であると考えた。

このような方法で他の布についても実験を行い、天然繊維の物理的価値の再発見及びプラスチック削減への布の活用を目指す。

研究を行うにあたってご助言いただいた、愛媛大学教育学部、中本剛教授に厚く御礼申し上げます。また、本研究の一部はJST GSCのサポートによって実施しました。

## 12:10 ~ 12:30 口頭発表 9

### 13JA-9 不純物を含む氷の形成及び融解メカニズムに関する研究 -NaCl水溶液を例として -

私立立命館高等学校 代表研究者：松尾碧大

水の凝固点は我々の生活圏の範囲内の温度であり、氷の形成や融解によって様々な自然現象がみられる。自然界に存在する水は様々な不純物を含み、常圧条件下では不純物を排除しながら凍ることが知られている。しかし、この現象のメカニズムの詳細は不透明なままである。本研究では、氷が形成される際に不純物がどのように排除され、また取り込まれていくのかを検討するため、NaCl水溶液を用いて実験を行った。NaClのように液相にのみ溶ける溶質を含んだ水の凝固について0℃では凍結せず、共晶点である約-22℃まで凍結濃縮溶液(Freeze Concentrated Solution, FCS)として溶質が濃縮されていく現象が知られている。しかし、濃縮された溶質はどのような挙動を示し、氷内部でどのように分布しているのかという点においては未解明の部分が多い。実験ではベルチエ式冷却ユニットによって下から一方向に冷却可能な立方体容器に、異なる濃度のNaCl水溶液を充填し、凍結過程にみられる現象の観察と測定を行った。予備実験も含めた結果から、凍結速度の変化によって氷粒子の大きさが異なり、FCSの分布に影響を与えることが示唆された。急冷下では結晶(氷)の成長速度が速く、氷粒子が小さくなる。したがって粒子間隙は増加しFCSの分布範囲が広がる。徐冷下では結晶成長速度が遅く、氷粒子が大きくなるが間隙は減少し、FCSの分布も減少する。間隙は薄い板状であり、凍結とともに間隙が交差するようになる。また、FCSには同温度(0℃以下)の水を融解させる性質があるため、溶出する溶液濃度が高い状態から低い状態へと移行することが考えられる。

### 13JB-9 ついに解明！カカオマスがカカオバターより電子レンジでよく温まる原因

北海道札幌西高等学校 代表研究者：宮崎花菜  
共同研究者：細川勇文

電子レンジは、マイクロ波加熱を原理とし、水分子を振動させることで食品を加熱することができる調理器具であるが、チョコレートは水分子を含まないにもかかわらず電子レンジで温め融かすことができる。この原因解明を目的として研究を始めた。そして、水分子の代わりに振動して熱を発生しているのはカカオバターに含まれるオレイン酸という脂肪酸であることが明らかになった。昨年度、チョコレートの製造過程で行われるテンパリングという冷却順が、チョコレートを融点の高い結晶にし、電子レンジで温めるのに時間がかかることがわかった。そこでカカオマスとカカオバターの温度上昇を比べたとき、カカオバターの方がオレイン酸の割合が高いにもかかわらず、カカオマスの方が温まりやすいという矛盾が生じ、その解明を行った。しかしそこでテンパリングの種類を変えカカオバターとカカオマスの温度上昇を調べると、テンパリングの種類によらず、ある時間からカカオバターは同じような温度変化を始めた。一方温めてから150℃後あたりでカカオマスだけに激しい温度上昇が見られた。カカオマスの成分には糖類が10%含まれている。糖類はOH基が含まれるため、カカオマスに含まれる脂肪酸が融けた後、融点に達し融け始めたと考えた。そこでカカオバターに混ぜるグルコースの量を変え実験を行った。するとグルコースの量が多いカカオバターのほうが温度上昇しやすいことがわかった。よって上のような矛盾が生じたのはカカオマスに含まれる糖類が原因と結論づけた。

### 13JC-9 低周波音の地中伝搬の研究 ～ゾウはどのように会話しているか～

熊本県立第二高等学校 代表研究者：堀田沙希  
共同研究者：五十嵐千夏、岩本菜葉加、坂田鈴菜

本研究では、低周波音の地中伝搬の仕組みを調べるため、衣装ケースで実験を行っている。ゾウがコミュニケーションをとっているときされる振動数(20Hz)と人間の可聴域内の振動数(200Hz、2000Hz)、で実験を行った。また、土からの深さ・高さも伝わりやすさに関係があるのではないかと考え、深さ(2cm、4cm)、空気中(土からの高さ3cm)、地表面で実験を行った。実験の結果から20Hzの音が減衰が少ないことがわかり、地表面を伝わりやすいことがわかった。

### 13JD-9 水面上の物体間にはたらく吸引

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：平松詠万  
共同研究者：信江南菜

水面上に浮かべた2つの1円玉は、ある距離以下に近づくと速度が増しお互いに吸引する。従来、水面上の物体の吸引については、メニスカス形状の変化や毛管現象が関係していると示唆されているが、我々が1円玉に着目して加速度の測定を行うと、新たに2段階的に加速をしているという結果を得た。昨年度、この加速について「遮蔽長(screening length)」という尺度を導入しメカニズムを提案したが2段階の加速が生じる理由までは説明できなかった。本年度、2段階加速が生じる理由は1円玉の角がわずかに湾曲しているからではないかと考え、水面形状を可視化することを試みた。また、加速が生じるメカニズムを一般化するために、質量のみを変えた3Dモデルを作成し実験をおこなった。我々は、界面張力のみがはたらくとすると、質量が大きくなることにより加速度が小さくなることと仮説を立てたが、実際は真逆であった。2物体間にかかる力とその逆側にかかる力では、逆側にかかる力の方が水面に対する傾きが大きく(垂直に近く)なるからであると考えている。今後は、モデルを固定する器具を作成し、より詳細に水面形状を計測していきたいと考えている。また、2段階加速後に急激に加速度が小さくなることについては、水の抵抗が原因ではないかと考えている。水深を変えることで、抵抗の大きさを変えることができなかつた検討中である。

### 13JE-9 水中でガラスははさみで切れるのか～水温、水圧とガラス破壊の様子の関係～

北海道札幌北高等学校 代表研究者：柚木香乃  
共同研究者：上野将矢、高田史人

我々は、インターネット上の、はさみを用いて水中でガラス板を切る動画を見て、厚紙を切るようにガラス板が切れていることに興味を持った。そこで、水中でガラスが切れるかどうかを確かめるために、条件を変えてガラス板(厚さ約1mm 縦25.4mm×横76.2mmのスライドガラス)をはさみで切った時の破壊のされ方を、自作の装置を用いて、「水温」や「水につけておく時間」、「水深」を変えて、比較した。

### 13JF-9 クラドニ図形に障害物を置いた時の規則性

岡山県立津山中学校 代表研究者：浅野桜生

本研究は、平面上に発生するクラドニ図形が、障害物の大きさや重さ、置く位置によって、どのような変化が見られるのかを調査したものである。クラドニ図形とは、音の振動が伝わる板などの平面上に粉末を均一に散布し、その平面上に周波数の影響を受ける部分(腹)と受けない部分(節)ができ、その節に移動した粉末が集まり浮き上がる幾何学的な図形のことである。本実験では、鉄板を振動させる音源の周波数は800Hzとした。障害物は振動によって移動するのを防ぐため、鉄板の上にネオジム磁石を置き、障害物とした。ネオジム磁石の個数と大きさと置き方を入力変数とし、大きさはそれぞれ5mm×5mm×5mm、10mm×10mm×10mmの立方体とした。また、クラドニ図形の交点の数と位置を結果の変数とした。その結果、障害物の大きさや重さ、置く位置によって発生する図形には違いがあることが結論付けた。

### 13JG-9 脱！渋滞！～セルオートマトンを活用した校内における渋滞現象の解析～

北海道旭川西高等学校 代表研究者：佐々木悠人  
共同研究者：稲垣怜大、加藤ひなの、加藤悠月、木田沙来音、山本悠梨菜

校内における体育館への移動時や登校時の玄関で起こる渋滞現象を解消するために、廊下の実験Ⅰおよび玄関の実験Ⅱを行った。実験Ⅰでは生徒の列の初期配置によって歩行速度の時間変化に多少の違いが見られたものの、廊下の長さに対して列が長い場合、体育館までの到達時間は変化しないことが分かった。実験Ⅱでは人に行動制限を設ける他、靴の履き替えを行う際の配置を工夫することで歩行者が玄関のドアから入り、靴を履き替えて廊下に達するまでの通過時間に違いが見られることが分かった。これらについてモデルを作成しシミュレーションと比較したところ、通過時間についてある程度再現することができた。今後はモデルをさらに改善しシミュレーションおよび実証実験を行うことで渋滞現象の解析および解消法をみつけることができると考えられる。

### 13JH-9 揺れで発電！～新しいエナジーハーベスティング～

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：杉本龍乃佑  
共同研究者：小出成真、田中皓己、廣瀬史武、大塚琴乃

近年、盛んに環境問題が取り沙汰される中、新たな発電方法として、身近にある太陽光や室内光、振動、廃熱、体温、電磁波等の微小なエネルギーを電力に変換する、エナジーハーベスティングが注目されている。そこで本研究では、風によって揺れる木が持つエネルギーに注目し、そのエネルギーを用いて発電を行おうと考えた。まず我々は、電磁誘導を用いて発電する装置を作製し、モーターを用いてその装置の性能を確認する実験を行った。次に、生きた木の枝を切ってスタンドで固定し、装置を枝につけた状態で、扇風機で風を当てるモデル実験を行った。この実験による発電量はモーターによる実験のものよりかなり小さかったが、それは装置の揺れ方が発電に適さない横揺れであったためだと考えた。そこで我々は滑車を用いて横揺れを縦揺れに変換する方法を考案した。この方法での実験は現在進行中であり、この方法による発電は、以前のものより発電効率、発電量、共に大幅に上げることが可能であると予備実験では示唆された。

### 13JJ-9 異なる材質からなる衝突球の特異な現象の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：井田脩介

3球以上の衝突球では、一つの金属球を同じ質量・半径・反発係数のスーパーボールに変えると、金属球だけの時は起きない1球を衝突させても金属球が2球くっついて飛び出す現象がたまに生じるという現象が起こる [1]。今回は、金属球が2球くっついて飛び出す場合とそうでない場合の違いが生じる原因を、金属球同士の隙間の大きさがあると仮説を立てて、理論計算と実験により仮説を証明した。

### 13JK-9 コイル周辺の条件が電磁誘導に与える影響

石川県立七尾高等学校 代表研究者：中山健斗  
共同研究者：家一步希、小倉功暉、藤巻和雅

電磁誘導において、コイルの周囲の物質やその量、位置を変え、誘導電流および電力量を比較した。銅やアルミニウム、ニッケル、コイルの外側の鉄は影響を及ぼさなかったが、コイル内に鉄が存在する場合には、磁石がコイルを通過する時に一時的に誘導電流が減少した。また、その鉄の量がより多く、コイルのより内部にあるとき、電力量が減少するが、下限が存在することが分かった。

---

Jr. セッション委員会委員（任期：2020年4月1日～2021年3月31日）

委員長	松川 宏（青山学院大学）	
副委員長	飯沼 昌隆（広島大学）	
委員	青井 考（大阪大学）	内山智香子（山梨大学）
	香取 浩子（東京農工大学）	河内 明子（東海大学）
	北本 俊二（立教大学）	佐藤 仁（広島大学）
	佐藤 実（東海大学）	白井 正文（東北大学）
	鈴木 勝（電気通信大学）	須藤 彰三（東北大学）
	橋 孝博（早稲田大学）	田中 悟（九州大学）
	田中 忠芳（金沢工業大学）	谷口 和成（京都教育大学）
	種村 雅子（大阪教育大学）	寺内 正己（東北大学）
	土井 正晶（東北学院大学）	中村 琢（岐阜大学）
	並木 雅俊（高千穂大学）	福田 善之（宮城教育大学）
	藤井 康裕（立命館大学）	藤田 佳孝（大阪大学）
	松多 健策（大阪大学）	山口 哲生（九州大学）
	吉澤 雅幸（東北大学）	渡辺 純二（大阪大学）

なお、各審査および表彰は、次に示す本会関係者により厳正に行います。

**\*書類審査**

理事、領域代表・副代表、Jr. セッション委員会委員、男女共同参画推進委員会委員、物理教育委員会委員、大学の物理教育編集委員会委員、前回審査員、他に Jr. セッション委員会委員長が指名する者が書類審査を行なう。その結果をもとに Jr. セッション委員会において口頭発表を行う研究を決定する。

**\*当日審査**

書類審査の審査員、他に Jr. セッション委員会委員長が指名する者が当日審査を行う。

当日審査の観点は次の4点です。

1. 着眼点：発想、着眼点がユニークであるか。
2. 論理性：主張が明確で、根拠に基づいて論理的に展開されているか。
3. 工夫：実験・理論との比較等を、自分たちでどのように工夫して行っているか。
4. 表現力：内容を的確にわかりやすく聴衆を引きつけるように発表しているか。

**\*表彰**

書類審査・当日審査の結果をもとに、Jr. セッション委員会において賞を授与する研究を決定する。

主催：一般社団法人 日本物理学会  
共催：高等学校文化連盟全国自然科学専門部

---

問い合わせ先：日本物理学会 Jr. セッション係  
〒113-0034 東京都文京区湯島 2-31-22 湯島アーバンビル 5F  
TEL：03-3816-6201 / FAX：03-3816-6208 / E-mail：jrsession21@gakkai-web.net  
URL：https://gakkai-web.net/butsuri-jrsession/